

SPÄTERGEBNISSE  
DER CHIARI-BECKENOSTEOTOMIE  
SPEZIELL BEI ERWACHSENEN  
Röntgenologische und klinische  
Nachuntersuchung von 124 Hüftgelenken

Peter Markl

*Diss München  
1984*







Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548306\\_0061](https://archive.org/details/IA41548306_0061)

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München  
Direktor: Professor Dr.M.Jäger

SPÄTERGEBNISSE DER CHIARI-BECKENOSTEOTOMIE  
SPEZIELL BEI ERWACHSENEN

Röntgenologische und klinische Nachuntersuchung  
von 124 Hüftgelenken

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Peter Markl

aus

Feldafing/Obb.

Jahr

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doz.Dr.W.Pförringer

Mitberichterstatter: Prof.Dr.M.Jäger

Dekan: Prof.Dr.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 13.03.1984

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH  
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

## Meinen Eltern



Herrn PD Dr.W.Pförringer danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, für Anregungen und Kritik.

Ebenso danke ich Herrn Prof.Dr.B.Rosemeyer, auch für die Hilfe bei der Nachuntersuchung der Patienten.

Herrn Dr.R.Brückl gilt mein Dank für die Einführung in die Meßverfahren des Hüftgelenks und Anregungen zu der Arbeit.

Danken möchte ich auch meinem Kommilitonen R.Kammermeier, der mit mir alle Messungen und Befunderhebungen durchführte

Nicht zuletzt danke ich meinem Schwiegervater Dipl.-Ing. K.Buchta für die Errechnung der Hüftwerte mit dem Kleincomputer, sowie meiner Mutter für das Tippen des Manuskripts.



Herrn PD Dr.W.Pförringer danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, für Anregungen und Kritik.

Ebenso danke ich Herrn Prof.Dr.B.Rosemeyer, auch für die Hilfe bei der Nachuntersuchung der Patienten.

Herrn Dr.R.Brückl gilt mein Dank für die Einführung in die Meßverfahren des Hüftgelenks und Anregungen zu der Arbeit.

Danken möchte ich auch meinem Kommilitonen R.Kammermeier, der mit mir alle Messungen und Befunderhebungen durchführte

Nicht zuletzt danke ich meinem Schwiegervater Dipl.-Ing. K.Buchta für die Errechnung der Hüftwerte mit dem Kleincomputer, sowie meiner Mutter für das Tippen des Manuscripts.



| Inhalt                                                              | Seite |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| <u>I. Einleitung</u>                                                |       |
| I.1. Ätiologie                                                      | 1     |
| I.2. Zur Pathophysiologie der Hüftdysplasie                         |       |
| I.2.1. Wachstum des Hüftgelenks                                     | 1     |
| I.2.2. Belastungsverhältnisse, Biomechanik                          | 3     |
| I.3. Geschichte der pfannenbildenden Eingriffe                      | 6     |
| I.4. Die Beckenosteotomie nach Chiari                               | 8     |
| I.5. Indikationsstellung zur Beckenosteotomie                       | 9     |
| I.6. Ziel der Beckenosteotomie nach Chiari                          | 10    |
| I.7. Beckenosteotomie und Varisierungsosteotomie                    | 13    |
| <u>II. Parameter zur Nachuntersuchung</u>                           |       |
| II.1. <u>Röntgenologische Parameter</u>                             | 14    |
| II.1.1. Der ACM-Winkel                                              | 15    |
| II.1.2. Der SCE-Winkel                                              | 17    |
| II.1.3. Die Dezentrierungsstrecke "d"                               | 20    |
| II.1.4. Der Hüftwert                                                | 21    |
| II.1.5. Die Gelenkspaltindices nach Chiari-<br>Beckenosteotomien    | 23    |
| II.1.6. Die Belastungssklerosierung nach<br>Chiari-Beckenosteotomie | 24    |
| II.1.7. Der CCD-Winkel                                              | 25    |
| II.1.8. Der röntgenologische Coxarthrose-<br>grad                   | 26    |
| II.2. <u>Klinische Parameter</u>                                    |       |
| Beweglichkeit, funktionelle Beinverkürzung,                         | 27    |
| Trendelenburg-Zeichen, Schmerzsymptomatik                           |       |
| <u>III. Das Patientengut</u>                                        |       |
| III.1. Datenerfassung                                               | 31    |
| III.2. Auswahl und Aufteilung des Materials,                        | 34    |
| Fallzahlen, Beobachtungszeitraum,                                   |       |
| Kasuistik                                                           |       |

|                                                                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| IV. <u>Die Untersuchungsergebnisse</u>                                                                                  | Seite |
| IV.1. <u>Röntgenologische Ergebnisse</u>                                                                                |       |
| IV.1.1.Die Entwicklung des ACM-Winkels nach<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                  | 38    |
| IV.1.2.Die Entwicklung des SCE-Winkels nach<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                  | 41    |
| IV.1.3.Die Entwicklung der "d"-Strecke nach<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                  | 43    |
| IV.1.4.Die Entwicklung des Hüftwerts nach Chiari-<br>Beckenosteotomie                                                   | 45    |
| IV.1.5.Die Entwicklung der Gelenkspaltindizes<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                | 47    |
| IV.1.6.Die Entwicklung der Belastungssklerosierung<br>nach Chiari-Beckenosteotomie                                      | 50    |
| IV.1.7.Die Entwicklung des CCD-Winkels nach<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                  | 51    |
| IV.1.8.Die Entwicklung des Arthrosegrads nach<br>Chiari-Beckenosteotomie                                                | 52    |
| IV.2. <u>Klinische Ergebnisse</u>                                                                                       |       |
| IV.2.1.Beweglichkeitseinschränkung nach Chiari-<br>Beckenosteotomie                                                     | 55    |
| IV.2.2.Gangbild nach Chiari-Beckenosteotomie,<br>Entwicklung des Trendelenburg-Zeichens,<br>funktionelle Beinverkürzung | 57    |
| IV.2.3.Belastbarkeit und Schmerzsymptomatik<br>nach Chiari-Beckenosteotomie                                             | 59    |
| IV.2.4.Der subjektive Eindruck der Patienten<br>vom Operationsergebnis                                                  | 60    |
| IV.2.5.Sonstige klinische Ergebnisse                                                                                    | 61    |
| V. <u>Diskussion</u>                                                                                                    | 62    |
| VI. <u>Zusammenfassung</u>                                                                                              | 74    |
| <u>Bibliographie</u>                                                                                                    | 76    |

## I. Einleitung

### I.1. Ätiologie

Die angeborene Hüftgelenksverrenkung als Entwicklungsstörung der Hüftanlage ist bereits seit Hippokrates bekannt und beschrieben. Sie ist eine der häufigsten angeborenen Mißbildungen und betrifft in Deutschland etwa 0,5 % der Bevölkerung. Die Hüftdysplasie wird heute als Entwicklungshemmung angesehen, bei der lediglich die Prädisposition zur Verrenkung angeboren ist, die erst unter dem Einfluß funktioneller Faktoren im postnatalen Leben manifest wird.

Zahlreiche Untersuchungen bestätigen, daß erbliche endogene Faktoren die Grundlage der Erkrankung bilden (HACKENBROCH, IDELBERGER, ROTT; 30A, 34A, 55). Es besteht familiäre Häufung, Bevorzugung des weiblichen Geschlechts im Verhältnis 5,4 : 1, sowie häufige Kombination mit anderen hereditären Eigenschaften wie z.B. angeborener Bindegewebsschwäche. Als exogene Faktoren, die die Manifestationswahrscheinlichkeit erhöhen, wurden festgestellt: Zwangshaltungen des Fötus im Uterus, Quer- und Steißlagen, Uterusmyome, Lageanomalien der Placenta, postnatale Spastik, Muskelkontraktionen (Lorenz, von Lanz, Dega, Becker, Hoffmann-Daimler, Fettweis). Auch Vitaminmangel, Sauerstoffmangel, Strahlungsschäden, Virusinfektionen und hormonale Einflüsse werden diskutiert.

### I.2. Zur Pathophysiologie der Hüftdysplasie

#### I.2.1. Wachstum des Hüftgelenks

Entscheidend für die pathologische Entwicklung ist die Störung der Wachstumsvorgänge am Acetabulum. Nach OTTE (1969,48) sind drei Prozesse am Wachstum des Beckenringes und der Hüftpfanne beteiligt:

- Das äußere perichondrale und periostale Appositionswachstum zur Verdickung des Beckenringes.

- Innere Resorptionsvorgänge als reziprokes Wachstum der Lichtung (OTTE) zur Innenerweiterung des Beckens.
- Das enchondrale Wachstum in den Wachstumszonen von Ileosakralgelenk, Symphyse und insbesondere Y-Fugen.

Von besonderer Bedeutung ist daneben eine zusätzliche Wachstumszone am Pfannenerker, die eine Einheit mit dem Gelenkknorpel bildet und ein laterales Wachstum desselben bewirkt. Dabei geht von basisnahen hypertrophierten Chondrozyten, bevor sie in der Ossifikationszone degenerieren und zugrundegehen, ein Proliferationsreiz auf das Perichondrium aus, das so vor dem Übergang in Periost durch verstärktes Wachstum die laterale Verbreiterung des Pfannendaches bewirkt. Dieser Vorgang ist von ausgewogenen Druckverhältnissen in diesem Bereich abhängig. Eine Störung führt durch Wachstumsrückstand und Ossifikationsverzögerung zur Hypoplasie des Pfannenerkers und, bei gleichzeitig fortschreitendem Wachstum der Y-Fuge, zur flachen, steilen Dysplasiepfanne.

Auch am femoralen Gelenkanteil besteht ein belastungsabhängiges Wachstum. Die Epiphysenfuge stellt sich senkrecht zur Resultierenden der auf die Schenkelhalsmetaphyse einwirkenden Kräfte - Körpergewicht und Muskelzug - und es kommt bei normaler Entwicklung zur aktiven Änderung der Wachstumsrichtung mit der Abnahme von CCD-Winkel und Antetorsion, entgegen der vorherigen Entwicklungstendenz (MAU 1969, 44). Die frühkindliche Antetorsions- und Valgusstellung nimmt besonders mit dem Gehbeginn verstärkt ab.

Bei Hüft dysplasie mit gestörter Beziehung der Gelenkanteile zueinander kommt es durch die fehlerhafte Krafteinwirkung zur Horizontalstellung der Kopfeiphysenfuge, zum lateralen Abweichen der Ossifikationszone im Hüftkopf, Ossifikationsrückstand, asymmetrischem Längenwachstum des Hüftkopfes und zu zunehmender Entwicklung von Coxa valga und Antetorsion (ROTT 1967, 55, MAU 1969, 44). Diese führen mit zunehmender Subluxation wiederum zu zunehmend ungünstiger Druckverteilung auf das Pfannendach und weiterer Abflachung desselben durch die Ossifikationsstörung (DEBRUNNER 1969, 21).

Die entscheidenden Wachstumsvorgänge finden im frühesten Lebensalter statt, doch kann auch im späteren Wachstum eine Störung des Zusammenspiels der Kräfte zur Deformierung des Gelenks führen. So zeigen dysplastische Gelenke Abweichungen im Wachstum, wie ein Ausbleiben der typischen Wachstumsschübe im Alter von 5-8 Jahren und in der Pubertät, sowie einen verfrühten Schluß der Y-Fugen. Auch nach dem Schluß der Y-Fugen im 16. Lebensjahr findet nach TÖNNIS und BRÜCKL noch ein Pfannenwachstum statt, dessen Beeinträchtigung durch eine bestehende Coxa valga noch zur Deformierung führen kann (BRÜCKL, TÖNNIS 1979, 7).

Je nach Schwere des Krankheitsbildes kommt es früher oder später zum Dysplasiegelenk mit den drei Komponenten: flache, steile Pfanne, Coxa valga, verstärkte Antetorsion; bei weiterer Entwicklung zur Subluxation oder Luxation, falls keine frühzeitige Präventivbehandlung mit den bekannten konservativen Methoden zur Gelenkzentrierung eingeleitet wird. Bleibt ein Hüftgelenk unbehandelt oder gelingt es nicht, durch konservative oder operative Maßnahmen eine ausreichende anatomische und funktionelle Kongruenz zu erzielen, ist frühzeitige Arthrose die Folge. Schon HILGENREINER, PUTTI, ORTOLANI, ERLACHER und viele andere wiesen auf die Bedeutung der Hüftdysplasie als Ursache der Coxarthrose hin. HACKENBROCH, der den treffenden Begriff der "präarthrotischen Deformität" prägte, sah die angeborene Dysplasie als Ursache für die überwiegende Mehrzahl von Coxarthrosen.

### 1.2.2. Belastungsverhältnisse, Biomechanik

Nach PAUWELS ist für die Belastung des Hüftgelenks die Resultierende der Kräfte, die während des Gehens auf den Oberschenkelkopf einwirken, maßgebend (PAUWELS 1973, 50). Eine entscheidende Rolle spielt dabei das Verhältnis von Lastarm zu Kraftarm (Abbildung 1).

- Am Lastarm wirkt auf der medialen Seite des Hüftgelenks in der Fallinie des Körperschwerpunkts das Körpergewicht (K).
- Am Kraftarm setzen die Abduktoren an, die dem Körpergewicht entgegenwirken müssen (M).

Unter normalen Verhältnissen ist der Lastarm etwa dreimal so lang wie der Kraftarm. Die Muskelkraft zur Hebung des Beckens in die waagerechte Position muß folglich etwa dreimal so groß sein wie das Körpergewicht. Daraus folgt, daß die Belastung (R) des Hüftgelenks etwa viermal so groß wie das Körpergewicht abzüglich des Standbeins ist.

Am dysplastischen Gelenk kommt es durch die Coxa valga und die Lateralisation des Hüftkopfes zur Verkürzung des Kraftarmes und Verlängerung des Lastarmes. Außerdem verkleinert sich die druckaufnehmende Fläche durch fehlende Überdachung und zunehmende Entrundung des Hüftkopfes. PAUWELS errechnete, daß dabei die Druckbelastung von normalerweise  $18 \text{ kg/cm}^2$  auf über  $250 \text{ kg/cm}^2$  ansteigen kann, wobei diese Druckkraft zunehmend in Richtung des Pfannenerkers wirkt, weil die Wirkungslinie der Kraft aus der Mitte der Pfanne nach lateral verschoben wird. Die maximale Druckbelastung pro Flächeneinheit wird also größer, wenn (KUMMER 1969, 42)

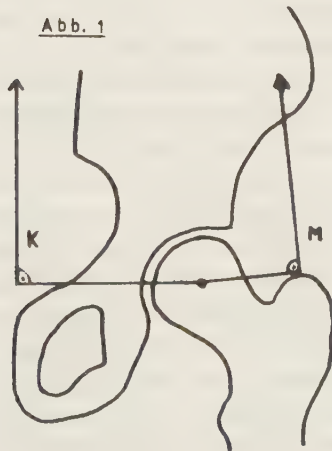
- die belastende Kraft (R) steigt (Verhältnis Lastarm/Kraftarm, Körpergewicht).
- die tragende Fläche kleiner wird (Subluxation, Hüftkopfentrundung).
- die Wirkungslinie der Kraft (R) näher an den Rand der Gelenkfläche rückt (Subluxation, Coxa valga).

Die Änderung dieser Faktoren erfolgt in der Praxis gemeinsam.

Auch andere Autoren entwarfen Modelle der Hüftgelenksfunktion, die meist auf Pauwels'schen Arbeiten basierend diese Mechanismen bestätigen. (DEBRUNNER 1975,22, ROESLER und HAMACHER 1972,54, ANTMANN und KUMMER 1968,2)

Die bei der Dysplasie immer resultierende Erhöhung des Drucks pro Flächeneinheit an Hüftkopf und Pfannendach hat reaktive

Veränderungen des Knochengewebes zur Folge. Liegt die Beanspruchung noch im physiologischen Bereich, so besteht ein Gleichgewicht zwischen Knochenanbau und -abbau. Mit zunehmender Belastung überwiegt der Knochenanbau, es kommt zur Osteophytenbildung und zur subchondralen Sklerosierung, die als Zeichen der Beanspruchung auch an physiologischen Pfannendächern in einem gleichmäßigen, begrenzten Ausmaß sichtbar wird und an dysplastischen Gelenken zunehmend in Erscheinung tritt. Überschreitet die Belastung eine bestimmte Toleranzgrenze, resultiert überwiegender Abbau. Es kommt zum Zerfall der tragfähigen Knochenbälkchen und zystischer Degeneration. Daneben wird der Gelenkknorpel irreversibel geschädigt bis zum völligen Schwund des Gelenkspaltes im Röntgenbild. Es entsteht das Vollbild der Coxarthrose.



Kraftarm-Lastarm-Verhältnis

### I.3. Geschichte der pfannenbildenden Eingriffe

Die Geschichte der pfannenbildenden Eingriffe reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück. CHIARI veröffentlichte 1976 einen interessanten Artikel (18), in dem er einen Überblick über die Entwicklung der verschiedenen Methoden gibt:

Nachdem Guérin 1838 erstmals versucht hatte, durch subcutane Muskeldurchtrennung über dem Trochanter, Herunterholen des Hüftkopfes bis auf die Höhe der Pfanne und Skarefizierung der Darmbeinschaukel oberhalb des Kopfes einer luxierten Hüfte operativ einen Gegenhalt zu schaffen, war F.KÖNIG 1891 (39) der erste, der eine Pfannendachplastik mit Erfolg ausführte. KÖNIG legte die Darmbeinschaukel frei, senkte den Femurkopf durch Extension und klappte einen Knochenperiostlappen aus dem Darmbein nach unten, den er mit der Gelenkkapsel vernähte. Das Verfahren konnte sich jedoch nicht durchsetzen. Weitere Verbreitung fanden die Pfannendachplastiken erst nach der Veröffentlichung von SPITZY im Jahr 1923 (59). Er setzte oberhalb der Gelenkkapsel ein Pfannendach aus Tibiaspänen ein. ALBEE (1) hatte in den USA die Technik von KÖNIG weiterentwickelt. LANCE veröffentlichte 1925 (43) seine darauf basierende Technik des Herunterklappens des Pfannendaches mit Fixierung durch Knochentransplantate aus dem Darmbein, die von SCHEDE, DEGA, PEMBERTON, CHAPCHAL weiterentwickelt und verbessert wurde. Diese supra-acetabulären Osteotomien zur Pfannendachplastik werden heute zwischen dem 3. und 8. Lebensjahr durchgeführt. Dabei erfolgt die Deckung des Hüftkopfes - im Gegensatz zum Verfahren SPITZYS - in physiologischer Weise durch hyalinen Gelenkknorpel (Abb.2). 1953 publizierte CHIARI sein Verfahren der Beckenosteotomie (14), bei dem erstmals eine Durchtrennung des Beckenrings erfolgte. Ein weiteres Verfahren der Beckenosteotomie veröffentlichte SALTER 1957 (57): Er durchtrennte den Beckenring wie CHIARI, verschob jedoch nicht die Fragmente gegeneinander, sondern drehte den vorderen Beckenquadranten um die Symphyse, zog damit die Gelenkpfanne

über den Femurkopf nach lateral und vorne und stabilisierte diese Stellung mit einem Knochenkeil aus dem Beckenkamm (Abb.3). SALTERs Osteotomie hat den Vorteil der physiologischen Deckung des Kopfes durch hyalinen Gelenkknorpel, ist jedoch nach Ansicht verschiedener Autoren jenseits des 6. Lebensjahres kaum noch anwendbar, da nach diesem Alter die Symphyse nicht mehr "gekippt" werden kann (MAU 1965,12, JANI 1974,37). SALTER selbst führt den Eingriff jedoch auch an Erwachsenen durch. HOPF, LE COEUR und STEEL suchten das Verfahren SALTERs zu einer dreifachen Osteotomie von Os ilium, Os pubis und Os ischii zu erweitern (33). Diese Eingriffe konnten sich aber nicht durchsetzen. Sie sind zum einen sehr groß und andererseits an die gleichen Bedingungen wie SALTERs Osteotomie gebunden: zentrale Einstellung des Hüftkopfes in der Pfanne vor dem Eingriff und ausreichende Größe der Pfanne. Diese Bedingungen sind bei älteren Kindern und Erwachsenen meist nicht gegeben, weshalb in den bei weitem vorherrschenden Fällen mit Lateralisierung des Kopfes und Verdickung des Pfannenbodens CHIARIs Beckenosteotomie die Methode der Wahl bleibt und das heute am weitesten verbreitete Verfahren ist.

Abb. 2



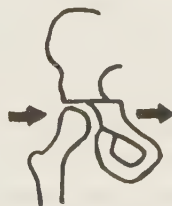
Pfannendachplastik  
nach PEMBERTON

Abb. 3



Beckenosteotomie  
nach SALTER

Abb. 4



Beckenosteotomie  
nach CHIARI

#### I.4. Die Beckenosteotomie nach Chiari (Abb.4)

CHIARI kam per Zufall zur Idee seiner Beckenosteotomie (18). 1940 war es bei einer Pfannendachplastik nach Spitzzy zu einer tiefen Infektion gekommen. Die Knochenspäne mußten wieder aus dem Pfannendach entfernt werden, das Gelenk wurde ruhiggestellt und versteifte weitgehend. Später zeigte sich bei der Röntgenkontrolle, daß offenbar durch die Infektion an der Stelle der Spanimplantation eine Beckenfraktur entstanden war, worauf das Gelenk darunter nach medial dislozierte. Dabei zeigte sich eine überraschend gute Dachbildung über dem Hüftkopf. CHIARI erkannte die Möglichkeit einer Medialverschiebung des gesamten intakten Gelenks durch eine supraartikuläre Beckenosteotomie. 1950 führte er den lange geplanten Eingriff zum erstenmal durch und konnte dabei an der 5-jährigen Patientin einen guten, dauerhaften Erfolg erzielen.

Die Operationstechnik sei im folgenden kurz beschrieben (CHIARI 1953,1957, 14,15):

Die Lagerung des Patienten erfolgt mit leichter Abduktion und Außenrotation auf einem Extensionstisch. Nach dem Hautschnitt, der etwas dorsal von der Spina iliaca ant. sup. nach caudal führt, werden M. gluteus medius und M. gluteus minimus stumpf verdrängt. Knapp oberhalb des Kapselansatzes am nun dargestellten Pfannendach wird, nach Einschneiden des Periosts und Schutz gefährdeter Weichteile im Beckeninneren durch gebogene Raspatorien, das Os ilium in leicht aufsteigender Richtung - unter Röntgenkontrollen - quer durchmeißelt. Nach vollkommener Durchtrennung des Beckenrings wird durch verstärkte Abduktion des Beins der distale Beckenanteil mit dem Hüftgelenk um 1 - 2 cm (CHIARI, 1957) nach medial gebracht.

Es erfolgte dann eine Gipsruhigstellung in Abduktionsstellung von 50 bis 80 Grad für vier Wochen mit Beginn der Belastung 10 bis 14 Tage nach der Gipsabnahme. CHIARI wies ausdrücklich darauf hin, daß ein muskelschonendes Vorgehen für den Erfolg sehr wichtig ist (1957,15). 1974 erwähnt er einige zusätz-

liche wichtige Details (17): Ausreichende Medialisierung und möglichst kongruente Herstellung der Dachbildung durch Anpassung der Beckenosteotomie an den Oberschenkelkopf durch bogenförmigen Verlauf. Bei den von uns nachuntersuchten Fällen erfolgte der Eingriff mit geringen Modifikationen (ZENKER, FISCHER, 1974, 71): Hautschnitt nach Watson-Jones, da meist gleichzeitig eine intertrochantere Varisierungsosteotomie durchgeführt wird, Einkerbung der Glutäalmuskulatur, teilweise Ablösung und Dorsalziehen von M. tensor fasciae latae und M. rectus, Freilegen der Gelenkkapsel, Abschieben der Kapselanteile am oberen Pfannenerker, Schutz der Weichteile durch Beckenhebel nach VIERNSTEIN, Durchmeißeln des Beckens beginnend am oberen Pfannenerker, Medialverschiebung durch Abduktion, Fixierung der Osteotomie mit kräftigem Kirschnerdraht für 6 bis 8 Wochen, dann Beginn der Belastung, möglichst als Teilbelastung nach 6 Wochen.

#### I.5. Indikationsstellung zur Beckenosteotomie nach Chiari

1957 gibt CHIARI als Indikation für seine Beckenosteotomie vorwiegend einseitige Subluxationen an, bei denen wegen der Lateralverschiebung des Oberschenkelkopfes mit einer Pfannendachplastik nach SPITZY oder LANCE voraussichtlich kein gutes funktionelles Resultat zu erzielen ist (15). Er empfiehlt den Eingriff für das 4. bis 9. Lebensjahr, hatte ihn aber damals schon an einer 14-Jährigen mit gutem Ergebnis durchgeführt. In den 60er Jahren erweiterte er die Indikation auf residuelle Hüftgelenksluxationen mit ungenügender Pfannenbildung, auf Lähmungs- und spastisch bedingte Luxationen und auf beginnende Coxarthrosen mit flacher Pfanne, wobei er das Indikationsalter bis zum 45. Lebensjahr ausdehnte. 1969 begrenzt er das Alter nicht mehr nach oben (16). 1976 empfiehlt er die Beckenosteotomie als erfolgreichen Palliativeingriff bei beginnenden Arthrosen, der die Indikation zur Totalplastik in vielen Fällen wesentlich hinauschieben könne (18).

Während die Indikationsstellung zur Beckenosteotomie oder Pfannendachplastik bei Kindern bis in jüngste Zeit heftig diskutiert wird (CHAPCHAL 1965,1969,1974, JÄGER,FISCHER,ZENKER 1972, PURATH 1979)(12,16,13,36,52), berichten neben CHIARI (1974,17) auch andere Autoren schon frühzeitig über Erfolge bei Jugendlichen und Erwachsenen (WEIGERT,KLEMS 1973, 69, STÖRIG 1973,60, KOLLMANN 1969,40, JANI 1974,37, u.a.). JÄGER, FISCHER und ZENKER (1972,36, 1974,71) bezeichnen die verstärkte Subluxationsstellung bei CE-Winkeln um oder unter 0 Grad, vor allem bei sehr steilen und kurzen Pfannendächern, als Hauptindikation, sehen keine altersabhängige Indikationsstellung und führen schon in den 60er Jahren den Eingriff bis weit in das Erwachsenenalter hinein durch. Einen Teil dieser in München operierten Patienten konnten wir bis zu 15 Jahre nach dem Eingriff nachuntersuchen. JANI bezeichnet 1974 (37) die Beckenosteotomie nach Chiari als eine ausgezeichnete Methode zur Korrektur präarthrotischer Pfannendeformitäten bei Jugendlichen und Erwachsenen und als die nach dem 10. Lebensjahr einzig aussichtsreiche Möglichkeit, eine bessere Überdachung zu schaffen. SCHULZE und KRÄMER (1975,58), sowie WEDGE und SALTER (1974,68) erwähnen in ihren Veröffentlichungen erstmals die Bedeutung der Beckenosteotomie als Präventivmaßnahme für die eventuelle spätere Implantation einer Endoprothese bei primär dafür zu steilen, flachen Pfannen.

#### I.6. Ziel der Beckenosteotomie nach Chiari

CHIARI definiert 1974 als Ziele der Operation (17):

- Die Schaffung eines ausreichend großen, kongruenten Daches, das richtig orientiert ist.
- Die Interposition eines funktionell leistungsfähigen Gewebes, da kein Pfannendach mit hyalinem Knorpelbezug zur Verfügung steht.
- Die Medialisierung des Gelenks zur Korrektur der Hebelverhältnisse.

Die Vergrößerung der Belastungsfläche ist dabei der wesentlichste Faktor zur Verbesserung der Gelenkfunktion. Die Grösse der tragenden Fläche ist für die Beanspruchung des Gelenks noch entscheidender als der Belastungsdruck (KUMMER 1969,42, BRINKMANN 1974,5).

Die proximale Osteotomiefläche des Darmbeins soll nach dem Eingriff ein ausreichend großes Pfannendach aus spongiösem Knochen bilden. Dieses Pfannendach sollte primär möglichst kongruent hergestellt werden (CHIARI 1974), um sich im weiteren Verlauf durch Resorption und Apposition von Knochen weiter anpassen zu können. Dabei wandelt sich die interponierte Gelenkkapsel durch die funktionelle Beanspruchung in Faserknorpel um (HOFFMANN-DAIMLER 1969,16, SCHULZE,KRÄMER 1975,58). Am Hüftkopf kommt es zur Verlagerung von noch intaktem Knorpel in die Belastungszone (WEIGERT,KLEMS 1973,69) - dies nicht zuletzt durch die begleitende Varisierungsosteotomie.

Die Medialverlagerung des Gelenks hat folgende Auswirkungen in biomechanischer Hinsicht (Abb.5):

- Es kommt zur Verkürzung des Lastarms. Die von den kleinen Glutäen aufzubringende Kraft reduziert sich. Eine Verkürzung des Lastarms um 1 bis 2 cm erspart nach CHIARI (1957,15)  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Muskelarbeit.
- Der Kraftarm wird vergrößert durch die Änderung der Zugrichtung der pelvitrochanteren Muskulatur (CHIARI 1957,15, COLTON 1972,19), sowie durch die meist begleitende Varisierungsosteotomie. Dabei ist nach CHIARI jeder Millimeter bedeutsam, da die absolute Länge des Hebelarms klein ist. Dem positiven Effekt der Verlängerung des Hebelarms steht bei der zusätzlichen Varisierungsosteotomie allerdings der negative Effekt der Annäherung von Ursprung und Ansatz der Muskulatur mit Erniedrigung ihres Wirkungsgrads gegenüber.

Als Resultat dieser Änderung der Hebelarmverhältnisse ergibt sich eine erhebliche Reduzierung der auf das Gelenk einwirkenden Gesamtkraft (R). Nach CHIARI (1974,17) bringt - bei

einem Gesamtkörpergewicht von 55 kg - eine Medialisierung des Gelenks von 1,5 cm eine Reduzierung der Belastung von 176 kg auf 153 kg. Insgesamt resultiert aus der Beckenosteotomie:

- Die Vergrößerung der tragenden Fläche.
- Die Reduzierung der auf das Gelenk einwirkenden resultierenden Gesamtkraft (R) verbunden mit deren Richtungsänderung (BRINKMANN 1974,5).

Beide Mechanismen kombinieren sich zum Effekt der Verringerung der Druckbelastung pro Flächeneinheit im Hüftgelenk und wirken somit der Arthroseentwicklung entgegen.

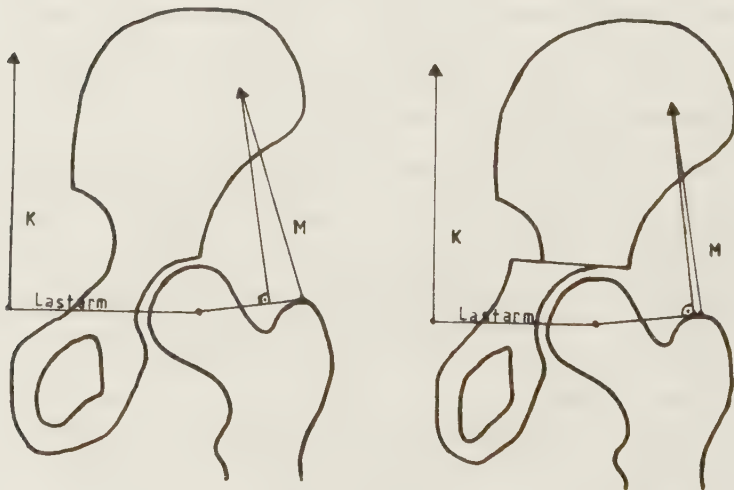


Abb. 5 Änderung des Kraftarm-Lastarm-Verhältnisses und der Zugrichtung der pelvitrochanteren Muskulatur durch die Beckenosteotomie nach Chiari

### I.7. Beckenosteotomie und Varisierungsteotomie

CHIARI beabsichtigte ursprünglich nicht, die Beckenosteotomie mit einer Varisierungsosteotomie zu verbinden. Die Eingriffe wurden jedoch zunehmend kombiniert und auch CHIARI spricht sich später dafür aus (1969,16, 1974,17). Meist wird empfohlen, die Eingriffe gleichzeitig durchzuführen oder die Varisierungsosteotomie - bei Kindern mit zusätzlicher Derotation - der Beckenosteotomie voranzustellen (ZENKER,FISCHER 1974,71, STÖRIG u.a. 1969,16, WEIGERT,KLEMS 1973,69). Eine Varisierungsosteotomie nach der Beckenosteotomie durchzuführen, erweist sich als nachteilig (WEIGERT, KLEMS 1973).

Die zusätzliche Varisierung soll

- zu einer verbesserten Zentrierung des Kopfes in der neugeschaffenen Pfanne führen.
- den Anpreßdruck in der neuen Pfanne erniedrigen. Dieser Anpreßdruck ergibt sich insbesondere bei bestehender Subluxation und Luxation mit Verkürzung der pelvitrochanteren Muskulatur (WAIGAND 1965,12, CHAPCHAL 1969,16, ZENKER,FISCHER 1974,71) und sollte für die postoperative Umstellungsphase reduziert werden (HOFFMANN-DAIMLER 1969,16).

Der Nachteil der Varisierung wird gesehen in der möglichen postoperativen Entwicklung eines positiven Trendelenburg-Zeichens. Diesen Nachteil müsse man jedoch für die bessere Einstellung des Hüftkopfs und für die Entlastung in Kauf nehmen (ZENKER,FISCHER). Indiziert ist die begleitende intertrochantere Varisierungsosteotomie beim Erwachsenen, wenn durch Abduktion des Oberschenkels die kraftaufnehmende Fläche vergrößert werden kann. Es gibt aber auch eine Indikation zur Valgisationsosteotomie, wenn sich die tragende Fläche durch Adduktion vergrößern läßt (WEIGERT,KLEMS 1973,69), speziell bei abgeplattetem Femurkopf (WEBER,WINKLER 1977,70). ZENKER und FISCHER (1974,71) sowie andere sehen die Notwendigkeit der Varisierung zur Beckenosteotomie individuell fallabhängig.

## II. Parameter zur Nachuntersuchung

### II.1. Röntgenologische Parameter

Aus den zahlreichen Meßverfahren, die zur Erfassung der Verhältnisse am Hüftgelenk beschrieben sind, wählten wir in Übereinstimmung mit den vom Arbeitskreis für Hüftdysplasie (TÖNNIS u.a.,66) verwendeten Konstruktionsverfahren folgende Methoden:

1. Den ACM-Winkel ( = Pfannendachwinkel nach IDELBERGER und FRANK, 34)
2. Den SCE-Winkel ( = modifizierter CE-Winkel nach WIBERG)
3. Die Dezentrierungsstrecke d (BUSSE,BRÜCKL,TÖNNIS,6,10,63)
4. Den aus ACM-Winkel, SCE-Winkel und Dezentrierungsstrecke d errechneten Hüftwert (HW)(BUSSE,BRÜCKL,TÖNNIS)
5. Die Gelenkspaltindices 1 und 2 zur Kongruenzbestimmung bei Chiari-Beckenosteotomien (Arbeitskreis für Hüftdysplasie)
6. Die Belastungssklerosierung nach Chiari-Beckenosteotomie (nach STRAUSS und Mitarbeiter)
7. Den CCD-Winkel (nach M.E.MÜLLER,46)

Alle angegebenen Winkel und Strecken können an a.p. Beckenübersichtsaufnahmen gemessen werden, sofern die Beckenkipung bzw. Aufrichtung innerhalb bestimmter Grenzen liegt. Wir hielten uns bei der Auswahl der auszuwertenden Bilder nach Möglichkeit an Aufnahmen, bei denen der Beckendrehungsindex innerhalb der Normwertangaben von TÖNNIS und BRUNKEN lag.

### II.1.1.1. Der ACM-Winkel (Abb.6)

Dieser Winkel wurde von IDELBERGER und FRANK eingeführt (34). Er ist einfach zu konstruieren und relativ unabhängig von der Lagerung des Beckens bei der Aufnahme.

Punkt A bezeichnet den äußersten cranial-lateralen Punkt des Pfannendachs, den Pfannenerker. Bei TÖNNIS und BRUNKEN ist beschrieben, worauf bei der Festlegung dieses Bezugspunkts besonders zu achten ist. Punkt A ist fast immer problemlos festzulegen.

Punkt B soll anatomisch dem tiefsten Punkt des caudalen Pfannenrandes entsprechen und "stellt sich als aufgehellter Punkt oder weiße Incisur am Ende der Facies lunata dar" (TÖNNIS). Die Festlegung dieses Bezugspunkts stellte sich mitunter als problematisch heraus. So vor allem bei Kindern unter 10 Jahren und bei "ausgewalzten", großen, flachen Pfannen subluxierter und luxierter Gelenke.

Punkt M bezeichnet die Mitte der Strecke AB.

Punkt C liegt auf dem Schnittpunkt des in Punkt M errichteten Lotes zur Strecke AB mit der halbkreisförmigen Pfannenbegrenzungslinie. Dabei soll Punkt C auf den Halbkreis, den die subchondrale Fläche der Pfanne beschreibt, zu liegen kommen, nicht in die Vertiefung der Incisura acetabuli (TÖNNIS). Auch die Festlegung dieses Punktes kann schwierig sein, wenn sich bei arthrotischen Gelenken die subchondrale Fläche des Pfannenbodens als unregelmäßig sklerosiert und zystisch verändert darstellt und der beschriebene Halbkreisbogen gleichsam rekonstruiert werden muß.

Die Linien AC und CM schließen nun den Winkel ACM ein. Er stellt somit ein Maß für die Tiefe der Hüftgelenkspfanne dar. Obwohl er nur eine geringe Schwankungsbreite vom Gesunden zum Pathologischen aufweist, ist er doch als brauchbares Maß für die Beurteilung der Ausbildung der Pfanne anzusehen.

Tabelle 1: Mittelwerte und Grenzwerte für den ACM-Winkel  
nach BRÜCKL und BUSSE (aus 6)

| Alter                   | Mittelwert | Streuung  | Grenzwert             |
|-------------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 5-8 Jahre               | 45,9       | $\pm 2,7$ | $\geq 50 (>49^\circ)$ |
| 9-12 Jahre              | 45,0       | $\pm 2,4$ | $\geq 47 (>46^\circ)$ |
| 13-16 Jahre             | 45,6       | $\pm 2,8$ | $\geq 48 (>47^\circ)$ |
| 17-20 Jahre<br>und Erw. | 44,6       | $\pm 3,0$ | $\geq 48 (>47^\circ)$ |

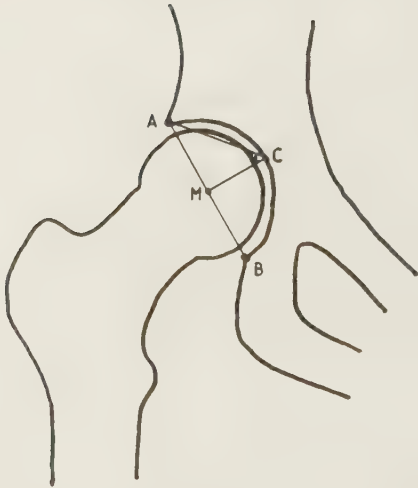


Abb. 6 Konstruktion des  
ACM-Winkels

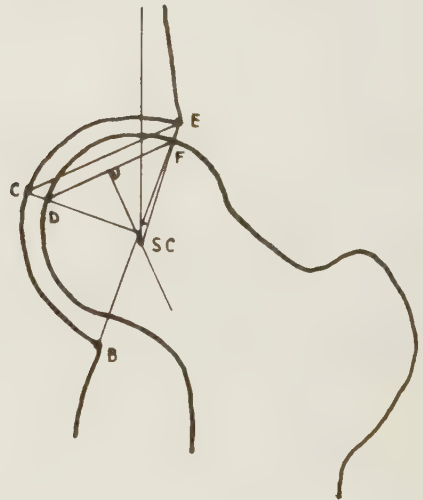


Abb. 7 Konstruktion des  
SCE-Winkels

### II.1.2. Der SCE-Winkel (Abb.7)

Der SCE-Winkel wurde von BRÜCKL, BUSSE und Mitarbeitern im Zuge der Erarbeitung des Hüftwertes eingeführt (1972,6). Als Grundlage der Konstruktion dient der CE-Winkel WIBERGS (Center-Edge-Winkel). Bei WIBERG beschreibt der Punkt C (= center of the head) das Massenzentrum des Gelenkkopfes; am einfachsten mittels konzentrischer Kreise auf einer einmal angefertigten Schablone - am vorteilhaftesten mit dem Röntgen-Ischiometer von MÜLLER - zu bestimmen. Der Punkt E bezeichnet den lateralsten Punkt des Pfannenerkers, von der Konstruktion des ACM-Winkels bereits bekannt und dort Punkt A genannt. WIBERGS CE-Winkel wird nun eingeschlossen von der Geraden CE und einer Parallelen zur Körperlängsachse durch den Punkt C.

Diese Konstruktion ist gut anwendbar bei allen Gelenken, deren Hüftkopf keine allzu starke pathologische Deformierung aufweist. Wie aber schon BRÜCKL, BUSSE und Mitarbeiter bei ihrer Arbeit am Hüftwert feststellten (6), gilt die Aussage WIBERGS: "in a normal hip joint and in joints with a maldeveloped acetabular roof, the femoral head is always spherical enough to enable practically exact determination of its center" nur bedingt. Für den Hüftwert war es jedoch notwendig, eine Konstruktion zur Bestimmung des Kopfszentrums zu finden, "die von exakt definierten Bezugspunkten ausgeht und dabei auch für alle möglichen Fälle von Kopfdeformierungen anwendbar ist" (BRÜCKL). Diese Überlegung führte zur Konstruktion des SCE-Winkels (= Static-Center-Edge-Winkel), der Gelenkmechanik und Belastungsverhältnisse besser berücksichtigt und auch bei Abweichungen des Femurkopfes von der Kugelgestalt konstruierbar ist:

Als Ausgangspunkt dient die zur Bestimmung des ACM-Winkels eingeführte Konstruktion. Die Mittelsenkrechte auf die Strecken AB durch den Punkt M teilt die Pfanne in eine untere und eine obere Hälfte. Die obere, belastete, mehr oder weniger dem Pfannendach entsprechende Hälfte wird durch die Strecken MA und MC begrenzt. An die Stelle, wo sie die Kopfkä-

lotte verlassen, legt man die Bestimmungspunkte einer Sekante DF. Der Kreismittelpunkt dieses maßgeblichen Segments der Kopfkalotte muß nun auf der Mittelsenkrechten der Sekante DF liegen. Gefunden wird dieser gesuchte Punkt SC (Static Center) am einfachsten mit Hilfe des Röntgen-Ischiometers von M.E.MÜLLER, indem man solange an der Mittelsenkrechten entlangfährt, bis sich einer der konzentrischen Kreise oder auch ein dazwischen oder außerhalb gedachter Kreis mit der Kopfkalotte im Bogensegment DF deckt. Voraussetzung für diese Konstruktion ist, daß der Gelenkkopf noch in ausreichender Beziehung zur Pfanne steht. Bei Subluxationen ist dies meist noch der Fall; Luxationen lassen sich damit nicht mehr erfassen.

Dieses statische Kopfbzentrum SC stimmt bei normalen bis leicht dysplastischen Hüftgelenken mit dem Punkt C WIBERGS überein, weicht aber bei den verschiedenen Kopfdeformitäten infolge von Subluxationszuständen, Coxitiden, Morbus Perthes, Epiphysiolysis capitis femoris, Necrosis cap. fem., Osteomyelitis, Osteoarthritis usw. zuweilen ganz erheblich von diesem ab (BRÜCKL).

Zur Messung des SCE- und CE-Winkels ist es nötig, die Körperlängsachse möglichst exakt zu bestimmen.

Wir benutzten, wenn möglich, eine horizontale Hilfslinie am Unterrand der Iliosakralgelenke. Von BRÜCKL (6) folgend beschrieben: "Hier bildet die Linea terminalis beim Übergang vom Os ilium zum Os sacrum beidseits einen aufgehellten Bogen, der auch bei schlechter Aufnahmetechnik in Kontrast zur dunklen Beckenapertur stets zu sehen ist. Er läuft nach einer Biegung einheitlich auf den Gelenkspalt zu oder teilt sich - an der Stelle der Biegung - in zwei aufgehellte Linien, die divergierend den Gelenkspalt erreichen und zwischen sich ein etwas dunkleres Dreieck fassen. An die stark aufgehellte Stelle der genannten Umbiegung, sozusagen ins Maximum des beschriebenen Bogens, legten wir beidseits die Bestimmungspunkte der horizontalen Geraden."

Wenn die Bestimmung dieser Linie nicht möglich war, weil die Bezugspunkte durch einen Gonadenschutz verdeckt oder nicht ausreichend ausgeprägt und lokalisierbar waren, orientierten wir uns an einer den Sitzbeinhöckern anliegenden Geraden, bzw. mittelten zwischen beiden Geraden.

Als SCE-Winkel ist nun definiert der spitze Winkel zwischen der Parallelen zur Körperlängsachse (durch den Punkt SC) und der Geraden SCE. Er stellt ein Maß für die Überdachung des Femurkopfes durch das Acetabulum dar. Der Winkel ist altersabhängig und nimmt beim Gesunden von Werten um  $25^{\circ}$  im Alter von 5 bis 8 Jahren zu auf Werte um  $35^{\circ}$  beim Erwachsenen. Die Grenzwerte der physiologischen Bereiche sind aus Tabelle 2 ersichtlich. Im stark pathologischen Bereich kann der Winkel auch negative Werte annehmen. Dies bedeutet, daß das statische Hüftkopffzentrum lateral der Senkrechten durch den Pfannenerker liegt.

Tabelle 2: Mittelwerte und Grenzwerte für den SCE-Winkel nach BRÜCKL und BUSSE (aus 6)

| Alter       | Mittelwert | Streuung  | Grenzwert                  |
|-------------|------------|-----------|----------------------------|
| 5-8 Jahre   | 24,7       | $\pm 6,3$ | $\leq 19$ (<20)            |
| 9-12 Jahre  | 31,1       | $\pm 5,0$ | $\leq 25$ (<26)            |
| 13-16 Jahre | 34,3       | $\pm 5,7$ | zwischen (<30)<br>26 u. 30 |
| ab 17 Jahre | 35,1       | $\pm 5,4$ | zwischen (<30)<br>26 u. 30 |

### II.1.3. Die Dezentrierungsstrecke "d"

Beim physiologischen Hüftgelenk fallen Pfannenmittelpunkt - gegeben durch den Punkt M aus der Konstruktion des ACM-Winkels - und statisches Kopfzentrum SC zusammen oder differieren nur unwesentlich (maximal 6 mm beim Erwachsenen). Nimmt diese Dezentrierungsstrecke "d" - auch MZ-Strecke genannt - größere Ausmaße an, so liegt eine Inkongruenz von Kopf und Pfanne vor, bedingt durch Deformierungen des Hüftkopfes, Dezentrierung, Subluxation oder mangelhafte Ausbildung des Acetabulums. Tabelle 3 gibt die von BRÜCKL und BUSSE ermittelten Normwerte an.

Tabelle 3: Mittelwerte und Grenzwerte für die Dezentrierungsstrecke "d" nach BRÜCKL und BUSSE (aus 6)

| Alter       | Mittelwert | Streuung  | Grenzwert        |
|-------------|------------|-----------|------------------|
| 5 - 8 Jhr.  | 3,2        | $\pm 1,7$ | $> 5 \text{ mm}$ |
| 9 -12 Jhr.  | 2,9        | $\pm 1,5$ | $> 4 \text{ mm}$ |
| 13 -16 Jhr. | 3,1        | $\pm 1,5$ | $> 5 \text{ mm}$ |
| ab 17 Jhr.  | 3,6        | $\pm 1,5$ | $> 6 \text{ mm}$ |

#### II.1.4. Der Hüftwert

Der Hüftwert ist ein Kombinationswert aus ACM-Winkel, SCE-Winkel und Dezentrierungsstrecke "d". BRÜCKL und BUSSE wiesen nach, daß dieser Wert eine deutlichere Abgrenzung normaler und pathologischer Gelenke erlaubt und somit mehr Aussagekraft besitzt als ACM-Winkel, SCE-Winkel, d-Strecke und auch andere Konstruktionen für sich alleine betrachtet. Nur im Kindesalter bis ca. 8 Jahre ermöglicht der HILGEN-REINERSche Pfannendachwinkel die bessere Aussage. Für jede längere Verlaufsbeobachtung - wie in unserem Fall - stellt jedoch der Hüftwert immer die beste Lösung dar, da er in jedem Alter ab 5 Jahren bestimmt werden kann.

Die Formel für den Hüftwert lautet:

$$HW = A + B + C + 10$$

$$A = \sqrt{3} \times \frac{(\text{ACM} - \text{Mittelwert von ACM})}{\text{Streuung von ACM}}$$

$$B = \sqrt{3} \times \frac{(\text{Mittelwert von SCE} - \text{SCE})}{\text{Streuung von SCE}}$$

$$C = \sqrt{3} \times \frac{(d - \text{Mittelwert von d})}{\text{Streuung von d}}$$

Der Hüftwert ist nicht altersabhängig, da für seine Größe vor allem die Differenz des jeweiligen Meßwertes zum jeweiligen Mittelwert der Altersgruppe entscheidend ist. Abbildung 8 zeigt die Verteilung von 1110 physiologischen (=unauffälligen) und 523 pathologischen (Beweglichkeitseinschränkung, Schmerzhaftigkeit und/oder Coxarthrose) Hüftgelenken nach BRÜCKL und BUSSE.

Als Normbereich gilt ein Hüftwert zwischen 0 und 14, Werte von 14 bis 19 gelten als leicht dysplastisch, alle Werte über 19 als schwer dysplastisch.

Zum raschen Ermitteln des Hüftwertes aus den vorliegenden Meßwerten stellten BRÜCKL und BUSSE für die jeweiligen Altersgruppen Nomogramme auf. Wir errechneten den Hüftwert mit Hilfe eines programmierbaren Taschenrechners, was ebenso schnell geht und noch exakter ist.

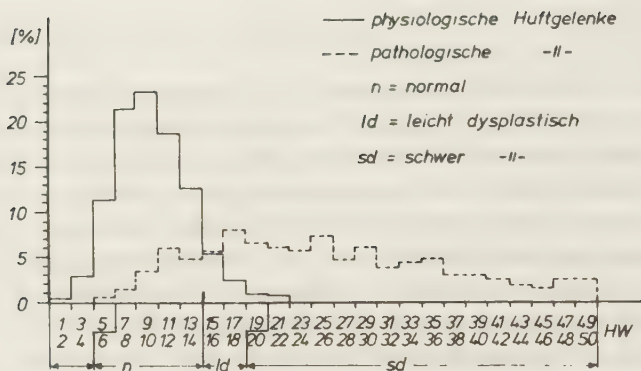


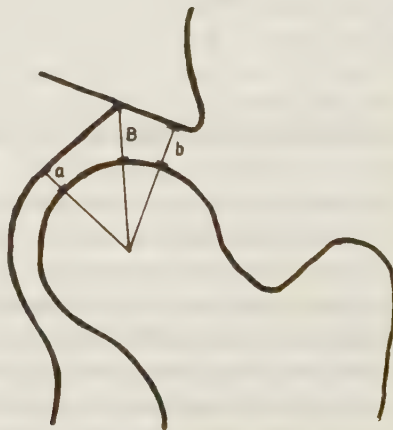
Abb.8 Verteilung der Hüftwerte von 1110 physiologischen und 523 pathologischen Hüftgelenken nach BRÜCKL

Abszisse: Hüftwerte

Ordinate: prozentuale Häufigkeit

Aus "Der Hüftwert als Entscheidungshilfe zur Operationsindikation bei der jugendlichen Dysplasiehüfte" von BRÜCKL und TÖNNIS (1981,7A)

Abb.9 Meßstrecken für die Gelenkspaltindizes nach TÖNNIS



### II.1.5. Die Gelenkspaltindices bei Chiari-Beckenosteotomien

Bei einer ideal durchgeführten Chiari-Beckenosteotomie sollte der nach lateral überschobene Anteil des Os ilium im post-operativen Röntgenbild den gleichen Abstand vom Hüftkopf haben wie das ursprüngliche Pfannendach, bzw. einen Abstand, der der ursprünglichen Höhe des Gelenkspalts entspricht. Zur Kongruenzbestimmung dieses neugeschaffenen Pfannendaches wurden im Rahmen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (TÖNNIS u.a., 66) zwei Gelenkspaltindices eingeführt. Zu diesem Zweck werden gemessen (Abb.9):

- Der normale Abstand zwischen Hüftkopf und Primärpfanne (a)
- Die Höhe des Gelenkspaltes an der Osteotomiestelle (B)
- Der kürzeste Abstand zwischen Hüftkopf und Darmbeinschaukel (b). Dieser Abstand ist oft identisch mit B, wenn die Osteotomie nicht nach medial ansteigend durchgeführt wurde.

Diese Distanzen werden auf dem verlängerten Radius des Hüftkopfes gemessen. Aus den Meßwerten werden folgende Quotienten gebildet:

$$\text{Gelenkspaltindex 1} = \frac{a}{B} \times 10$$

$$\text{Gelenkspaltindex 2} = \frac{a}{b} \times 10$$

Die Gelenkspaltindices differieren um so mehr vom Wert 10, je stärker die Abweichungen in der Gelenkspalthöhe sind. Werte unter 10 ergeben sich nach zu hohen Osteotomien, Werte darüber bei zu tiefen Osteotomien. Wurde die Osteotomie nach medial-cranial ansteigend durchgeführt - wie es sein sollte - so bekommt Index 2 einen höheren Wert als Index 1. Bei einem ungünstigeren, nach lateral ansteigenden oder horizontalen Osteotomieverlauf ergeben sich für Index 1 und Index 2 gleiche Werte (weil  $B = b$ ). So geben die Gelenkspaltindices einen Hinweis darauf, inwieweit die Osteotomie nach medial-cranial ansteigend verläuft. Vor allem aber geben sie ein unbestechliches Maß, ob die Gelenkspalthöhe im Bereich der neugeschaf-

fenen Überdachung der am ursprünglichen Pfannenboden entspricht (TÖNNIS,66).

Eine Änderung der Indexwerte, speziell von Index 2, im Langzeitverlauf spricht für einen "Anti-Chiari-Effekt", wie er von OTTE (1969,48) als Folge der iatrogenen Schädigung der Wachstumszone bei Beckenosteotomien an Kindern erstmals beschrieben wurde. Es zeigt sich vor allem eine erhebliche Abnahme von Index 2, wenn nach oberhalb des ursprünglichen Pfannenerkers erfolgter Osteotomie im Chiari-Dach nur geringe Wachstumsaktivität verbleibt und die "typische Stufenbildung mit einem biomechanisch nutzlösen Raum über dem Hüftkopf" (PURATH 1969,52) eintritt.

Bei Erwachsenen gibt es keinen "Anti-Chiari-Effekt" infolge Schädigung von Wachstumszonen, doch kann sich bei ihnen nach zu hoher Osteotomie ein unbelastetes Chiari-Dach sekundär zurückbilden, was ebenso in einer Abnahme von Index 2 resultiert. Oft bedingen bei Erwachsenen arthrotische Verschmälerungen des Gelenkspaltes im Bereich des Pfannendaches im Spätergebnis eine erhebliche Änderung von Index 2 nach oben, trotz optimal stehender Osteotomie. Das Ansteigen von Index 2 bedeutet dann nicht eine verbesserte Einstellung des Kopfes in der Pfanne, sondern zunehmende Knorpeldestruktion und fortschreitende Arthrose.

#### II.1.6. Die Belastungssklerosierung nach Chiari-Beckenosteotomie

Bei Wiederbelastung eines Hüftgelenks nach Chiari-Beckenosteotomie zeigt sich als Zeichen der Belastungsübernahme an der dem Hüftkopf überstellten, den neuen Pfannenerker bildenden Osteotomiefläche des Darmbeins spätestens nach einigen Monaten eine mehr oder minder ausgeprägte Zone vermehrter Sklerosierung. Das Ausmaß dieser vermehrten Ossifikation des Belastungsbereichs kann als Maß für die Effizienz der Osteotomie gesehen werden. Diese Sklerosierung

ist gleichmäßig und gut ausgeprägt bei guter Belastungsübernahme, während sie bei zu hoher Osteotomie ausbleibt, weil die Hauptlast weiterhin auf dem ursprünglichen dysplastischen Pfannendach ruht und der neue "Chiari-Erker" unbelastet bleibt.

Die Messung dieser Belastungssklerosierung erfolgte - wie auch im Arbeitskreis für Hüftdysplasie - nach STRAUSS und Mitarbeiter (61) in Einheiten von 1/4, ausgehend von der Y-Fuge bis zum neuen Pfannenerker (4/4 entspricht damit vollständiger Sklerosierung der Belastungszone).

Diese Einteilung läßt allerdings immer noch Fragen offen, da sie nur die horizontale Ausdehnung der vermehrt ossifizierten Bereiche erfaßt, nicht aber deren Struktur, Dicke, Gleichmäßigkeit oder Ungleichmäßigkeit. Oft ist die Sklerosierung sehr unregelmäßig über das neue Pfannendach verteilt - entsprechend den jeweils die Hauptlast tragenden Punkten - so daß eine in vier Stufen einteilende Bewertung die wirklichen Verhältnisse nur sehr ungenau beschreiben kann. Es läßt sich jedoch mit Sicherheit sagen, daß bei einer zunehmenden Ossifikation des Chiari-Daches, entsprechend einer Sklerosierung von 4/4, die Osteotomie ihre tragende Funktion übernommen haben muß.

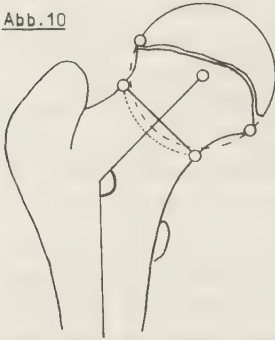
#### II.1.7. Der CCD-Winkel (Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel)

Der CCD-Winkel wurde nach den Angaben von M.E.MÜLLER (46) gemessen: Es wird der Hüftkopfmittelpunkt (Massenzentrum) festgelegt. Der zweite Bezugspunkt für die Schenkelhalsachse liegt in der Mitte eines Kreissegments, wobei der Kreis um den Hüftkopfmittelpunkt gezogen wird und den Schenkelhals an seiner schmalsten Stelle schneiden soll. Am Schnittpunkt der auf diese Weise festgelegten Schenkelhalsachse mit der Achse des Femurschaftes läßt sich der CCD-Winkel ablesen (Abbildung 10).

Der auf diese Weise gemessene Winkel ist der projizierte

CCD-Winkel, den wir auch für unsere Auswertung zugrundelegten, da wir die zur Umrechnung auf den reellen Winkel nötigen Antetorsionswinkel mangels der entsprechenden Röntgenbilder (Aufnahmetechnik nach Rippstein) nicht ermitteln konnten.

Abb.10



Konstruktion des  
CCD-Winkels nach  
M.E.MÜLLER

#### II.1.8. Der röntgenologische Coxarthrosegrad

Die Einteilung des Coxarthrosegrads erfolgte in vier Stufen entsprechend der von BRÜCKL und BUSSE verwendeten Einstufung.

##### Tabelle 4: Coxarthrosegrade, Einteilung

- 0 = keine röntgenologisch faßbare Veränderung.
- 1 = vermehrte Sklerosierung von Kopf oder Pfanne; geringe Verschmälerung des Gelenkspaltes; geringer Randwulst-anbau.
- 2 = kleine Zysten in Kopf oder Pfanne; zunehmende Verschmälerung des Gelenkspaltes; mäßige Kopfentrundung.
- 3 = große Zysten in Kopf oder Pfanne; starke Verschälerung des Gelenkspaltes bis völliger Schwund desselben; starke Kopfentrundung und Destruktion.

## II.2. Klinische Parameter

Zum klinischen Befund erfaßten wir:

- die Beweglichkeit des Gelenks in allen Ebenen
- die funktionelle Beinverkürzung
- das Trendelenburg-Zeichen
- die Schmerzhaftigkeit und Belastbarkeit des Gelenks

Die Bewegungsumfänge der Gelenke bestimmten wir nach der Neutral-O-Methode.

Zur Bewertung diente uns der Motilitätsindex nach GADE. GADE geht davon aus, daß die verschiedenen Freiheitsgrade des Hüftgelenks von unterschiedlichem funktionellen Wert sind. Dabei werden die Flexions-Extensions-Bewegungen stärker bewertet als die Rotationsbewegungen, und die Endgrade des vollen Bewegungsumfanges geringer als die Anfangsgrade. Es werden die einzelnen Bewegungsgrade entsprechend ihrer unterschiedlichen Wertigkeit mit bestimmten unterschiedlichen Faktoren multipliziert. Die Summe ergibt den Motilitätsindex in Prozent. Ein Hüftgelenk erreicht 100 %, wenn man die Normalwerte nach DEBRUNNER (23) zugrundelegt. Für das praktische Vorgehen empfiehlt es sich, mit einer Tabelle zu arbeiten, aus der die zu summierenden Prozentwerte direkt abgelesen werden können (Tab.5). Bei Vorliegen einer Kontraktur muß der Bewegungsausfall in Prozent, nicht in Grad, abgezogen werden.

Da aus GADEs Motilitätsindex nicht hervorgeht, welche Bewegungsebenen eingeschränkt sind, verwendeten wir zusätzlich einen von BRÜCKL und BUSSE (6) übernommenen Schlüssel, der die Gelenke in 8 Kategorien einteilt:

- 0 = keine Beweglichkeitseinschränkung
- 1 = Einschränkung der Außen- und/oder Innenrotation
- 2 = Einschränkung der Ab- und/oder Adduktion
- 3 = Einschränkung der Beugung und/oder Streckung
- 4 = 1 + 2
- 5 = 1 + 3
- 6 = 2 + 3
- 7 = 1 + 2 + 3

Tabelle 5 :

Motilitätsindex nach GADE (aus 74)

| Flexion |         | Hyperext.        |         | Außenrotation        |         |
|---------|---------|------------------|---------|----------------------|---------|
| Grad    | Prozent | Grad             | Prozent | Grad                 | Prozent |
| 0       | 0       | 0                | 0       | 0                    | 0       |
| 5       | 3       | 5                | 1       | 5                    | 1,5     |
| 10      | 6       | 10               | 2       | 10                   | 3       |
| 15      | 9       |                  |         | 15                   | 4,5     |
| 20      | 12      |                  |         | 20                   | 6       |
| 25      | 15      |                  |         | 25                   | 7,5     |
| 30      | 18      | <u>Abduktion</u> |         | 30                   | 9       |
| 35      | 21      |                  |         |                      |         |
| 40      | 24      | 0                | 0       | 35                   | 9,5     |
| 45      | 27      | 5                | 3       | 40                   | 10      |
|         |         | 10               | 6       | 45                   | 10,5    |
| 50      | 29      | 15               | 9       | 50                   | 11      |
| 55      | 31      |                  |         |                      |         |
| 60      | 33      | 20               | 11      |                      |         |
| 65      | 35      | 25               | 13      |                      |         |
| 70      | 37      | 30               | 15      |                      |         |
| 75      | 39      |                  |         |                      |         |
| 80      | 41      | 35               | 15,5    | <u>Innenrotation</u> |         |
| 85      | 43      | 40               | 16      |                      |         |
| 90      | 45      | 45               | 16,5    | 0                    | 0       |
|         |         |                  |         | 5                    | 1       |
| 95      | 46      |                  |         | 10                   | 2       |
| 100     | 47      |                  |         | 15                   | 3       |
| 105     | 48      |                  |         | 20                   | 4       |
| 110     | 49      | <u>Adduktion</u> |         | 25                   | 5       |
| 115     | 50      |                  |         | 30                   | 6       |
| 120     | 51      | 0                | 0       | 35                   | 7       |
| 125     | 52      | 5                | 1       | 40                   | 8       |
| 130     | 53      | 10               | 2       | 45                   | 9       |
| 135     | 54      | 15               | 3       |                      |         |
| 140     | 55      | 20               | 4       |                      |         |
|         |         | 25               | 5       |                      |         |
|         |         | 30               | 6       |                      |         |

Dazu werden folgende Grenzwerte zur Definition des Begriffs "Beweglichkeitseinschränkung" angenommen:

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Beugung/Streckung           | 100 - 0 - 0 |
| Außenrotation/Innenrotation | 40 - 0 - 30 |
| Abduktion/Adduktion         | 40 - 0 - 30 |

Diese Werte entsprechen einem Motilitätsindex von 85 %.

Die funktionelle Beinverkürzung wurde durch Messen der klinischen Beinlänge (Abstand: Spina iliaca ant. sup. - Innenknöchel) oder durch Unterlegen von Brettchen bis zum Erreichen des Beckengeradstandes bestimmt.

Das Trendelenburg-Zeichen teilten wir entsprechend seiner Ausprägung - oft geübter klinischer Praxis folgend - in drei Stufen ein:

0 = Becken kann vollständig gehalten werden

(+)= Becken kippt leicht ab (angedeuteter Trendelenburg)

+ = Becken kippt deutlich ab

Um Schmerzhaftigkeit und Belastbarkeit der Gelenke möglichst objektiv zu erfassen, verwendeten wir zur Einteilung das Schema von MERLE D'AUBIGNE. Dieses Schema berücksichtigt Schmerzangaben des Patienten, Gehleistung und Gesamtbeweglichkeitsausmaß des betroffenen Gelenks. Tabelle 6 nennt die Kriterien für die Einteilung der Patienten in die sechs Kategorien. Wir bewerteten die Gelenke dabei nach der Schmerzsymptomatik und Gehleistung und ließen die Motilität für die Einteilung außer acht.

Tabelle 6 :

Schema von Merle d'Aubigne zur Bewertung der  
Hüftgelenksfunktion (aus Debrunner, Orthop.Diagnostikum)

| Schmerzen                                                            | Motilität                                                                    | Gang                                                        |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 Schmerzen sehr stark, stören den Schlaf                            | Ankylose in günstiger Stellung                                               | nur mit Krücken                                             |
| 2 starke Schmerzen beim Gehen, hindern jede nützliche Aktivität      | Flexion $< 40^{\circ}$<br>Abduktion $0^{\circ}$<br>oder leichte Fehlstellung | nur mit 2 Stöcken                                           |
| 3 starke Schmerzen erträglich, eingeschränkte Aktivität              | Flexion $40^{\circ}$<br>bis $60^{\circ}$                                     | weniger als $1^h$<br>mit 1 Stock, sehr schwierig ohne Stock |
| 4 Schmerzen gering beim Gehen, verschwinden in Ruhe                  | Flexion $60^{\circ} - 80^{\circ}$<br>Schuhbinden möglich                     | mit 1 Stock $1^h$<br>kurze Zeit ohne Stock mit Hinken       |
| 5 leichte Schmerzen, inkonstant, hindern die normale Aktivität nicht | Flexion $80^{\circ} - 90^{\circ}$<br>Abduktion $> 25^{\circ}$                | ohne Stock mit leichtem Hinken                              |
| 6 keine Schmerzen                                                    | Flexion $> 90^{\circ}$<br>Abduktion $> 25^{\circ}$                           | normal                                                      |

### III. Das Patientengut

#### III.1. Datenerfassung

Um die Meßdaten aus den Röntgenbildern und die Befunde der Patienten aus den Krankenblättern festzuhalten, erstellten wir einen Dokumentations- bzw. Erfassungsbogen (Abb.11). Ein weiterer Untersuchungsbogen diente uns bei der Nachuntersuchung als Hilfsmittel (Abb.12). Dieser beinhaltete auch Fragen nach der subjektiven Zufriedenheit der Patienten mit dem Eingriff sowie nach dem Verlauf eventueller Schwangerschaften.

Aus den Op-Büchern der Jahre 1966 bis 1977 der Staatlichen Orthopädischen Klinik München-Harlaching wurden alle Patienten mit Chiari-Beckenosteotomie mit und ohne begleitende Varisierung herausgesucht. Daten und Befunde dieser Patienten wurden in unserem Dokumentationsbogen (Abb.11) nach Auswertung der in den Archiven aussortierten Krankengeschichten und Röntgenbilder festgehalten.

Von ursprünglich 279 aus den Op-Büchern ermittelten Patienten im Alter von 1 bis 40 Jahren (zum Zeitpunkt des Eingriffs) blieben schließlich 145 übrig, deren prä- und postoperative Vorgeschichte vollständig erfaßt werden konnte. Der Materialschwund ergab sich vor allem durch Nichtauffindbarkeit von Krankenblättern und Röntgenbildern und durch unzureichenden Informationsgehalt des vorhandenen Materials. Bei 32 Patienten konnte allein aus den vorhandenen Unterlagen der vollständige Langzeitverlauf dokumentiert werden, da die Patienten bis in jüngste Zeit regelmäßig zu Kontrolluntersuchungen in der Klinik erschienen waren. 122 Patienten wurden zur ambulanten Nachuntersuchung einbestellt. Davon erschienen 74 Patienten in der Klinik und konnten von uns nachuntersucht werden. 20 Patienten erreichte unser Brief nicht ("unbekannt verzogen"), 7 Patienten entschuldigten sich (zeitliche und örtliche Gründe), 21 der Patienten meldeten sich nicht.

Abbildung 11: Erfassungsbogen für Patienten mit  
Chiari-Beckenosteotomie

Erfassungsbogen Chiari Op. - LMU 1984

Name :

rechts ☐

geb.am:

links ☐

|                              |         |             |
|------------------------------|---------|-------------|
| Vorbeh.konserv.              |         | Dysplasie   |
| Repos.unblutig               |         | Subluxation |
| Repos.blutig                 |         | Luxation    |
| Veroperationen<br>Art/Termin |         |             |
| Chiari am                    |         |             |
| Fixation                     |         |             |
| postop.Kompl.                |         |             |
| Klin.Befund                  | vor Op: | nach Op:    |
| Trendelenburg                |         |             |
| Schmerzhaftigk.              |         |             |
| funkt.Beinverk.              |         |             |
| Ext/Flex                     |         |             |
| Abd/Add                      |         |             |
| AR/LR                        |         |             |
| Röntgen                      | vor Op: | nach Op:    |
| ACM-Winkel                   |         |             |
| SCE-Winkel                   |         |             |
| d-Strecke                    |         |             |
| Hüftwert                     |         |             |
| EY-Winkel                    |         |             |
| CCD-Winkel                   |         |             |
| Index                        |         |             |
| Belastungs-<br>sklerosierung |         |             |
| Sonstiges                    |         |             |

Abbildung 12: Nachuntersuchungsbogen für Patienten mit  
Chiari-Beckenosteotomie

Nachuntersuchung - Chiari-Op.

Prof.rosem./1f0r

Name :

Geb.-Dat.:

Untersuchungs-Dat.:

Körpergröße:

Gewicht :

|                                                                           |        |       |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| weitere Ope-<br>rationen nach<br>Chiari-Op.?<br>(Art/Termin)              |        |       |
| Schmerzhaftig-<br>keit ?<br>(Art/Dauer der<br>Schmerzen, Geh-<br>strecke) |        |       |
| Ist der Patient<br>mit der Op. zu-<br>frieden ?                           |        |       |
| Schwangerschaf-<br>ten nach der Op.?<br>Verlauf ?<br>Geburtsverlauf ?     |        |       |
| Klinik                                                                    | rechts | links |
| Trendelenburg                                                             |        |       |
| funkt. Heilverk.<br>(trägt Patient<br>Schuhausgleich?)                    |        |       |
| Ext/Flex                                                                  |        |       |
| Abd/Add                                                                   |        |       |
| AR/IR                                                                     |        |       |
| Sonstiges                                                                 |        |       |

### III.2. Auswahl und Aufteilung des Materials, Fallzahlen, Kasuistik, Beobachtungszeitraum

Insgesamt konnten durch Nachuntersuchungstermine und Auswertung von Krankenblättern 106 Patienten mit auswertbaren Daten erfaßt werden. Bei 18 Patienten (16 %) war der Eingriff beidseits erfolgt. Es gelangten also 124 Hüftgelenke zur Auswertung. 19 der Patienten (18 %) waren männlichen Geschlechts (Verhältnis männlich:weiblich: 1 : 5,5).

Wir teilten - der schon zur Errechnung des Hüftwertes vorgegebenen Einteilung folgend - die Patienten bzw. untersuchten Gelenke in 5 Altersgruppen ein, die bis auf die Gruppe der Erwachsenen (>17 Jahre) jeweils vier Lebensjahre umfassen. Abbildung 13 zeigt die Altersverteilung der Patienten zur Zeit des Eingriffs. Ein deutlicher Gipfel zeigt sich im Alter von 15 und 16 Jahren, während ansonsten die Verteilung im Kindesalter relativ gleichmäßig, im Erwachsenenalter eher unregelmäßig ist, mit einer deutlichen Häufung der Fälle um das 19., 27., und 36. Lebensjahr. Es lassen sich, soweit das aufgrund der geringen Fallzahlen möglich ist, bei den Erwachsenen 2 Untergruppen herauskristallisieren:

- OP mit 17-27 Jahren: 24 Fälle (14 mit Varisierung)
- OP mit 28-40 Jahren: 19 Fälle (16 mit Varisierung)

Zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse teilten wir die Patienten auf: R.KAMMERMEIER wertete die Ergebnisse bei Kindern und Jugendlichen aus (<17 Jahre), ich übernahm die Auswertung bei den zum Zeitpunkt des Eingriffs bereits erwachsenen Patienten (>17 Jahre).

Der Anteil der zum Zeitpunkt der Beckenosteotomie bereits voroperierten Gelenke (offene Reposition, Varisierungsosteotomie, Acetabuloplastik, Chiari-Beckenosteotomie) war bei den Erwachsenen erwartungsgemäß mit 4 von 43 Fällen (9%) am geringsten, während er bei den Kindern und Jugendlichen zwischen 26 % und 73 % lag. Art und Anzahl der vor der Beckenosteotomie vorgenommenen Eingriffe gehen aus Tabelle 7 hervor.

Tabelle 7 :

Eingriffe an den untersuchten Gelenken

| Alter   | Fallzahl | Voroperation |       |     |               | Chiari mit DVO | nur Chiari | Nachoperation |        |
|---------|----------|--------------|-------|-----|---------------|----------------|------------|---------------|--------|
|         |          | bl.Rep.      | Acet. | DVO | Chiari Gesamt |                |            | Re-DVO        | Chiari |
| 1 - 4   | n = 11   | 4            | 2     | 2   | -             | 6 (55%)        | 5          | 3             | 3      |
| 5 - 8   | n = 22   | 3            | 2     | 7   | 2             | 20 (91%)       | 2          | 1             | 2      |
| 9 - 12  | n = 19   | 1            | -     | 3   | 1             | 15 (79%)       | 4          | 1             | 1      |
| 13 - 16 | n = 29   | 2            | 2     | 10  | 1             | 20 (69%)       | 9          | -             | -      |
| 17 - 40 | n = 43   | -            | -     | 4   | -             | 33 (77%)       | 10         | -             | -      |
| Gesamt  | 124      | 10           | 6     | 26  | 4             | 94 (76%)       | 30         | 4             | 5      |

Tabelle 8 :

Anteile der Luxationen, Subluxationen, Dysplasien am Patientengut, präoperativ

| Alter        | Luxation  | Subluxation | Dysplasie |
|--------------|-----------|-------------|-----------|
| 1 - 4 Jhr.   | 11 (100%) | -           | -         |
| 5 - 8 Jhr.   | 6 ( 27%)  | 11 (50%)    | 5 (23%)   |
| 9 - 12 Jhr.  | 3 ( 16%)  | 7 (37%)     | 9 (47%)   |
| 13 - 16 Jhr. | 2 ( 7%)   | 19 (65%)    | 8 (28%)   |
| 17 - 40 Jhr. | 1 ( 2%)   | 17 (40%)    | 25 (58%)  |
|              |           |             | 43        |

Abbildung 13

Fallzahlen und Altersverteilung der untersuchten  
Hüftgelenke

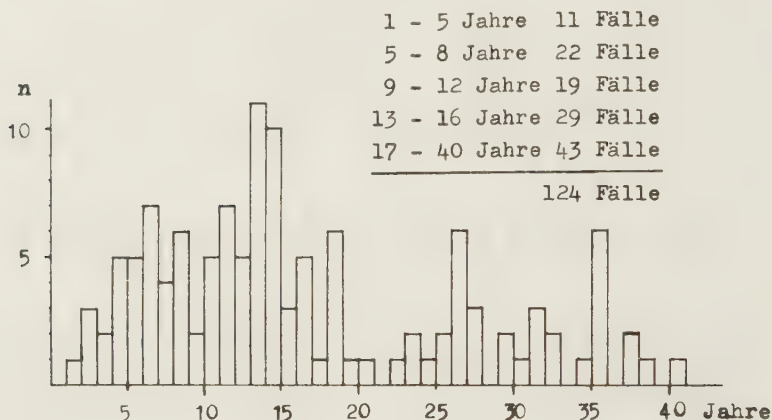


Tabelle 9 :

mittlerer postoperativer Beobachtungszeitraum

| Alter        | n  | Beobachtungszeit | Standardabweichung |
|--------------|----|------------------|--------------------|
| 1 - 4 Jhr.   | 11 | 9,5 Jahre        | 3,6 Jhr.           |
| 5 - 8 Jhr.   | 22 | 8,6 Jahre        | 3,0 Jhr.           |
| 9 - 12 Jhr.  | 19 | 10,1 Jahre       | 3,6 Jhr.           |
| 13 - 16 Jhr. | 29 | 9,3 Jahre        | 3,1 Jhr.           |
| 17 - 40 Jhr. | 43 | 8,1 Jahre        | 3,2 Jhr.           |

Bei den Erwachsenen befanden sich nur 4 Gelenke (9 %) im Zustand nach Varisierungsteotomie im Kindes- oder Jugendalter, während bei den Kindern ein großer Teil der Gelenke - einige sogar mehrfach - bereits variiert worden war. Bei 76 % der insgesamt untersuchten Fälle war die Beckenosteotomie in unmittelbarem Zusammenhang mit einer Varisierungsteotomie erfolgt als einzeitiger oder zweizeitiger Eingriff. Auch bei den Erwachsenen beträgt der Anteil der zusätzlich variierten Gelenke gut  $\frac{3}{4}$  (77 %), wobei er bei den über 28-Jährigen am höchsten ist (84 %).

Tabelle 8 gibt Aufschluß über die Anteile an Dysplasien, Subluxationen und Luxationen bei den präoperativen Befunden. Auffällig ist das ausschließliche Vorliegen von luxierten Gelenken bei den 1 bis 4-jährigen und ein hoher Anteil an Subluxationszuständen bei den 13 bis 16-jährigen Patienten. Bei den Erwachsenen lag nur in einem Fall eine Luxation vor; hauptsächlich handelte es sich in dieser Altersgruppe um Dysplasiezustände mit flacher steiler Pfanne und ungenügender Hüftkopfüberdachung (58 %). Bei 34 Gelenken zeigten sich dabei bereits Arthrosezeichen (79 %).

Die Zurechnung zur Gruppe "Dysplasie" oder "Subluxation" erfolgte anhand der präoperativen Befunde in den Krankenblättern. Wir übernahmen also die Diagnose des befundenden Arztes. Wenn wir nicht die Angaben aus den Krankenblättern zugrundelegen konnten, entschieden wir anhand von SCE-Winkel und d-Strecke, ob präoperativ eine Dysplasie, Subluxation oder Luxation vorlag.

Die mittlere postoperative Beobachtungszeit für alle Altersgruppen betrug 8,9 Jahre mit einer Standardabweichung von 3,1 Jahren. Bei den im Erwachsenenalter Operierten war der Beobachtungszeitraum am kürzesten mit 8,1 Jahren bei einer Standardabweichung von 3,2 Jahren. Er betrug mindestens 4,0 Jahre, höchstens 3,2 Jahre (siehe Tabelle 9).

#### IV. Die Untersuchungsergebnisse

Das folgende Kapitel bezieht sich vornehmlich auf die Untersuchungsergebnisse bei den Erwachsenen (17-40 J.). Es handelt sich um 37 Patienten mit 43 Chiari-Beckenosteotomien. An 6 Patienten war der Eingriff doppelseitig erfolgt. 8 Patienten waren männlichen Geschlechts.

Die Auswertung der Beckenosteotomien bei Kindern und Jugendlichen übernahm R.KAMMERMEIER (73), auf dessen Ergebnisse ich bei Vergleichen Bezug nehme. Ein ausführlicherer Vergleich unserer Ergebnisse folgt im Kapitel Diskussion.

##### IV.1.1. Die Entwicklung des ACM-Winkels nach Chiari-Beckenosteotomie

Wie eingangs erwähnt, stellt der ACM-Winkel ein Maß für die Tiefe der Gelenkpfanne dar. Veränderungen am Pfannendach erfaßt er erst in zweiter Linie. Die bei der Chiari-Beckenosteotomie erzielte Verbreiterung des Pfannendachs verlängert zunächst die Strecke AB. Dies bedeutet eine Vergrößerung des Winkels. Erst sekundär wirkt sich die Osteotomie über die Verlängerung der Strecke CM im Sinne einer Abnahme des Winkels aus. Es wirken also zwei Mechanismen gegeneinander, wodurch erklärbar wird, daß durch den Eingriff durchaus eine Verschlechterung des Winkels eintreten kann.

Hinzu kommt, daß durch die Verlängerung der Strecke AB sich auch die Lage der Mittelsenkrechten ändert: Sie trifft nun weiter cranial und lateral auf den Pfannenboden, was im Sinne einer Verkürzung der Strecke CM und folglich in einer Zunahme des Winkels resultieren kann. Insgesamt zeigt sich folgendes Verhalten: Je stärker die Verschiebung der Darmbeinanteile gegeneinander ist und je steiler die Osteotomie nach medial ansteigt, desto größer ist die Änderung des ACM-Winkels hin zu einem kleineren Wert.

Tabelle 10 nennt die Anteile normaler und pathologischer Meßwerte präoperativ, postoperativ und im Spätbefund bei den Erwachsenen. Der Grenzwert wird von IDELBERGER und FRANK mit  $52^{\circ}$ , von BRÜCKL und Mitarbeitern mit  $48^{\circ}$  angegeben. Wir werteten alle Meßwerte über  $50^{\circ}$  als pathologisch.

Tabelle 10:

Anteile pathologischer und normaler ACM-Winkel vor und nach Chiari-Beckenosteotomie Op-Alter 17-40 Jahre

| ACM-Winkel   | pathologisch | normal    | n = 38 |
|--------------|--------------|-----------|--------|
| präoperativ  | 31 (82 %)    | 7 (18 %)  |        |
| postoperativ | 24 (64 %)    | 14 (36 %) |        |
| Spätbefund   | 24 (64 %)    | 14 (36 %) |        |

Tabelle 11 nennt die Anteile der Verbesserungen und Verschlechterungen des Winkels durch den Eingriff und im postoperativen Verlauf. Es zeigt sich, daß 63 % der Gelenke eine konstante Verbesserung des Winkels aufweisen.

Tabelle 11 :

ACM-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie, Veränderungen  
Op-Alter 17 - 40 Jahre, n = 38

| ACM-Winkel | präop.-postop. | postop.-Spätbefund | präop.-Spätbefund |
|------------|----------------|--------------------|-------------------|
| verbessert | 27 (71 %)      | 13 (34 %)          | 24 (63 %)         |
| konstant   | 3 ( 8 %)       | 2 ( 5 %)           | 5 (13 %)          |
| schlechter | 8 (21 %)       | 23 (61 %)          | 9 (24 %)          |

Tabelle 12 nennt die Durchschnittswerte des Winkels bei allen untersuchten Altersgruppen. Der präoperative Wert liegt erwartungsgemäß in allen Gruppen weit im pathologischen Bereich.

Die durch den Eingriff erzielte Verbesserung ( $\Delta$  ACM präoperativ-postoperativ) beträgt im Schnitt aller Altersgruppen wie auch bei den Erwachsenen  $3,6^\circ$ .

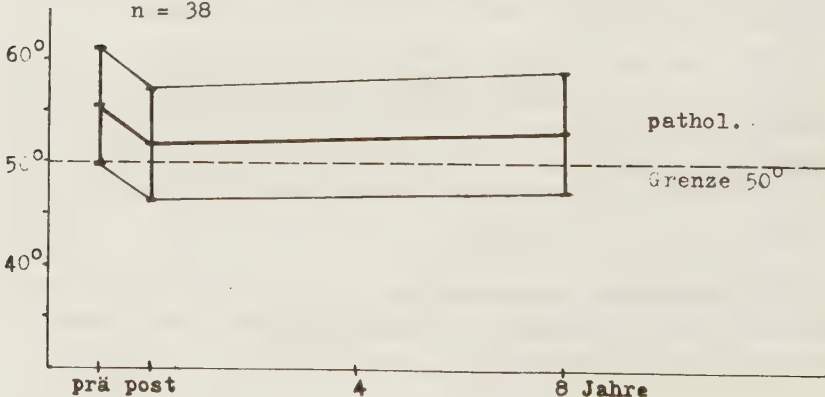
Tabelle 12 :

ACM-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie, Durchschnittswerte (alle Altersgruppen)

| n   | Alter | ACM-Winkel |           |           | $\Delta$ ACM |             |          |
|-----|-------|------------|-----------|-----------|--------------|-------------|----------|
|     |       | präop.     | postop.   | Spätbef.  | prä-post     | post-Spätb. | prä-Spät |
| 22  | 5- 8  | 58,5       | 54,7      | 54,4      | - 3,8        | - 0,3       | - 4,1    |
| 19  | 9-12  | 57,1       | 52,5      | 52,9      | - 4,6        | + 0,4       | - 4,2    |
| 27  | 13-16 | 55,3       | 52,9      | 52,1      | - 2,4        | - 0,8       | - 3,2    |
| 38  | 17-40 | 55,4       | 51,8      | 53,0      | - 3,6        | + 1,2       | - 2,4    |
| 115 | alle  | 56,6       | 53,0      | 52,8      | - 3,6        | - 0,1       | - 3,7    |
|     |       | $\pm 5,1$  | $\pm 5,1$ | $\pm 5,9$ |              |             |          |

Der Verlauf des Durchschnittswerts und der Standardabweichung bei den Erwachsenen ist in Abbildung 14 dargestellt.

Abb.14: ACM-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie  
Mittelwerte und Standardabweichung  
Operationsalter 17-40 Jahre  
n = 38



#### IV.1.2. Die Entwicklung des SCE-Winkels nach Chiari-Becken-osteotomie

Der SCE-Winkel wie auch der ihm zugrundeliegende CE-Winkel WIBERGS sind jene Meßgrößen, die die numerisch größte Änderung durch die Beckenosteotomie erfahren. Durch den Eingriff wird der Bezugspunkt E gegenüber den anderen Bezugspunkten unmittelbar nach lateral verschoben, was bei richtiger Operationstechnik zwangsläufig in einer erheblichen Zunahme des Winkels resultiert.

Wie aus Tabelle 13 hervorgeht, liegen alle gemessenen Gelenke präoperativ im pathologischen Bereich, dessen Grenze wir gemäß den Angaben von BRÜCKL (6) mit  $26^{\circ}$  annahmen. Dabei reichten die Werte von minimal  $-20^{\circ}$  bis maximal  $+21^{\circ}$ . Gut die Hälfte der Gelenke konnte durch den Eingriff dauerhaft in den Normalbereich gebracht werden.

Tabelle 13 :

Anteile pathologischer und normaler SCE-Winkel  
Altersgruppe 17 - 40 Jahre

| SCE-Winkel | pathol.   | normal   | n = 38 |
|------------|-----------|----------|--------|
| präop.     | 38 (100%) | -        |        |
| postop.    | 19 ( 50%) | 19 (50%) |        |
| Spätbef.   | 18 ( 47%) | 20 (53%) |        |

Die im Durchschnitt erzielte Verbesserung betrug  $22,7^{\circ}$ . Lediglich bei zwei Fällen war der präoperative Wert nicht verbessert worden: In einem Fall war die Osteotomie zu tief erfolgt, die Verschiebung sehr gering, bei erheblich deformierten Hüftkopf. Beim zweiten Fall war die Osteotomie wesentlich zu hoch erfolgt, so daß das Chiari-Pfannendach keine stützende Funktion ausüben konnte (röntgenologisches Zeichen: keine Belastungssklerosierung) und die Messung auch postoperativ am ursprünglichen Pfannenerker erfolgen mußte.

Im postoperativen Verlauf verbesserte sich bei der Hälfte der Gelenke der Winkel weiter, während bei der anderen Hälfte der

Wert unverändert blieb oder leicht abnahm, so daß 35 Gelenke (92 %) auch im Spätbefund noch verbesserte Verhältnisse aufwiesen. Drei Fälle stellten sich im Spätbefund schlechter dar als präoperativ: die beiden oben erwähnten Fälle und ein weiterer Fall mit zu hoher Osteotomie und Ausbleiben der Belastungsübernahme durch den "Chiari" (Tabelle 14).

Tabelle 14: Veränderungen des SCE-Winkels nach Chiari-Beckenosteotomie, Altersgruppe 17-40 Jahre, n = 38

| SCE        | präop.-postop. | postop.-Spätb. | präop.-Spätbef. |
|------------|----------------|----------------|-----------------|
| besser     | 36 (95 %)      | 19 (50 %)      | 35 (92 %)       |
| konstant   | -              | 4 (11 %)       | -               |
| schlechter | 2 (5 %)        | 15 (39 %)      | 3 (8 %)         |

Tabelle 15 führt die ermittelten Durchschnittswerte für alle Altersgruppen an. Zwangsläufig liegen alle präoperativen Werte weit im pathologischen Bereich: Ein pathologischer SCE- bzw. CE-Winkel stellt einen Teil der Indikation zur Beckenosteotomie.

Tabelle 15: SCE-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie, Durchschnittswerte, alle Altersgruppen

| n  | Alter bei Op. | präop. | postop. | Spätbef. | $\Delta$ SCE prä-post | $\Delta$ SCE post-spät | $\Delta$ SCE prä-spät |
|----|---------------|--------|---------|----------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 19 | 5-8 J.        | -0,4   | 26,6    | 18,0     | +27,0                 | -8,6                   | + 18,4                |
| 18 | 9-12 J.       | -2,0   | 22,1    | 17,6     | +24,1                 | -4,5                   | + 19,6                |
| 27 | 13-16 J.      | 3,4    | 28,1    | 22,0     | +24,7                 | -6,1                   | + 18,6                |
| 38 | 17-40 J.      | 2,3    | 25,0    | 26,0     | +22,7                 | +1,0                   | + 23,7                |

Grenze nach BRÜCKL und Mitarbeiter:

5-8 Jahre  $20^{\circ}$  > pathologisch

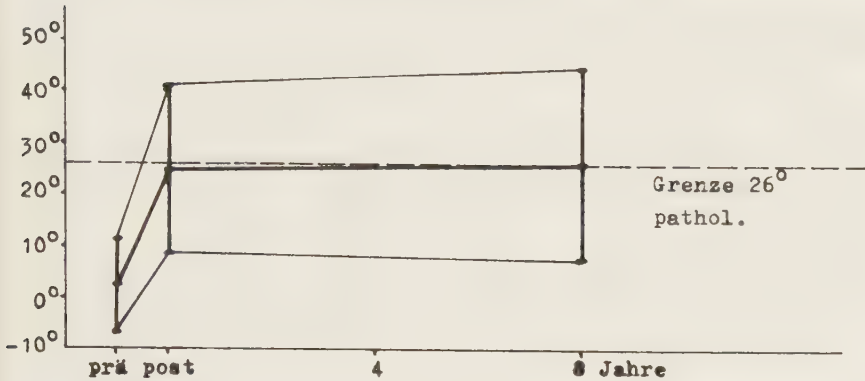
9-12 Jahre  $26^{\circ}$  > pathologisch

13-16 Jahre  $26^{\circ}$  > pathologisch

> 17 Jahre  $26^{\circ}$  > pathologisch

Abbildung 15 beschreibt den Verlauf von Durchschnittswert und Standardabweichung bei der Altersgruppe 17-40 Jahre.

Abb.15 SCE-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie  
Mittelwerte und Standardabweichung  
Operationsalter 17-40 Jahre, n = 38



#### IV.1.3. Die Entwicklung der "d"-Strecke nach Chiari-Becken-Osteotomie

Wie aus Tabelle 16 hervorgeht liegen präoperativ alle untersuchten Gelenke im pathologischen Bereich. In jenen Fällen, in denen nicht eindeutig eine Subluxation oder Luxation vorlag, führte die Inkongruenz von Kopf und Pfanne zu diesen pathologischen Werten. Durch den Eingriff konnte bei einem Drittel der Gelenke der Kopf soweit in die Pfanne eingestellt werden, daß der Meßwert im Normalbereich lag. Dieser Anteil blieb auch im Langzeitverlauf annähernd konstant. 33 von 38 Gelenken (87 %) zeigten sich im postoperativen Befund gebessert, 19 Gelenke (50 %) dezentrierten sich im Verlauf der Jahre nach dem Eingriff wieder zunehmend; jedoch wiesen 31 Ge-

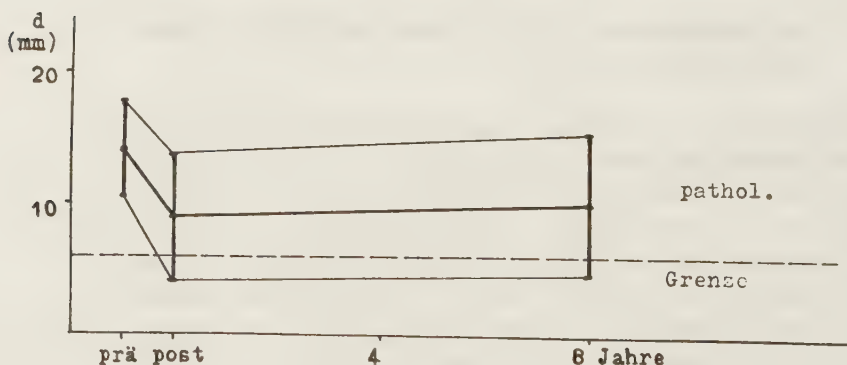
lenke (82 %) im Spätergebnis immer noch bessere Werte auf als im präoperativen Röntgenbild.

Tabelle 17 nennt die Durchschnittswerte aller Altersgruppen. Abbildung 16 beschreibt den Verlauf von Durchschnittswerten und Standardabweichungen bei den Erwachsenen.

Tabelle 17: d-Strecke nach Chiari-Beckenosteotomie  
Durchschnittswerte, alle Altersgruppen

| n  | OP-Alter | d-Strecke |         |          | $\Delta$ d-Strecke |           |          |
|----|----------|-----------|---------|----------|--------------------|-----------|----------|
|    |          | präop.    | postop. | Spätbef. | prä-post           | post-spät | prä-spät |
| 19 | 5-8 J.   | 14,2      | 5,6     | 8,8      | - 8,6              | + 3,2     | - 5,4    |
| 18 | 9-12 J.  | 14,5      | 7,7     | 10,2     | - 6,8              | + 2,5     | - 4,3    |
| 27 | 13-16 J. | 14,0      | 8,1     | 10,4     | - 5,9              | + 3,2     | - 3,6    |
| 38 | 17-40 J. | 14,2      | 9,0     | 10,0     | - 5,2              | + 1,0     | - 4,2    |

Abb. 16 d-Strecke nach Chiari-Beckenosteotomie  
Mittelwerte und Standardabweichung, Op.-Alter 17-40 J.  
n = 38



#### IV.1.4. Die Entwicklung des Hüftwertes nach Chiari-Becken-osteotomie

Tabelle 18 nennt die Anteile "normaler" und "dysplastischer" Gelenke vor und nach dem Eingriff. Als Grenzwert wurde ein Hüftwert von 19 angenommen, entsprechend der von BRÜCKL angegebenen Grenze für leicht dysplastische Gelenke.

Es zeigt sich, daß durch den Eingriff 42 % der im Erwachsenenalter operierten Fälle konstant in eine annähernd physiologische Situation gebracht werden können.

Tabelle 18: Anteile normaler und pathologischer Hüftwerte vor und nach Chiari-Beckenosteotomie.  
Altersgruppe 17-40 Jahre

| n = 38   | 18<br>pathol.(sd) | 18<br>normal (n + 1d) |
|----------|-------------------|-----------------------|
| präop.   | 38 (100 %)        | -                     |
| postop.  | 25 ( 66 %)        | 13 (34 %)             |
| Spätbef. | 24 ( 63 %)        | 14 (37 %)             |

Bei 35 Fällen (92 %) konnte der Hüftwert konstant verbessert werden. Bei den 3 Gelenken mit einer Verschlechterung des Hüftwertes im Spätbefund handelt es sich um jene schon beim SCE-Winkel erwähnten Fälle. (Tabelle 19)

Tabelle 19 :  
Veränderungen des HW nach Chiari-B.O.  
Altersgruppe 17 - 40 Jahre; n = 38

| HW         | präop.-postop. | postop.-Spätbef. | präop.-Spätb. |
|------------|----------------|------------------|---------------|
| besser     | 35 (92 %)      | 11 (29 %)        | 35 (92 %)     |
| konstant   | 1 ( 3 %)       | 3 ( 8 %)         | -             |
| schlechter | 2 ( 5 %)       | 24 (63 %)        | 3 ( 8 %)      |

Tabelle 20 nennt die Durchschnittswerte des Hüftwertes bei allen von uns untersuchten Altersgruppen.  
Abbildung 17 demonstriert den Verlauf der Werte bei den Erwachsenen.

Abb.17: Hüftwert nach Chiari-Beckenosteotomie  
Mittelwerte und Standardabweichung, Op.-Alter 17-40 J.  
n = 38

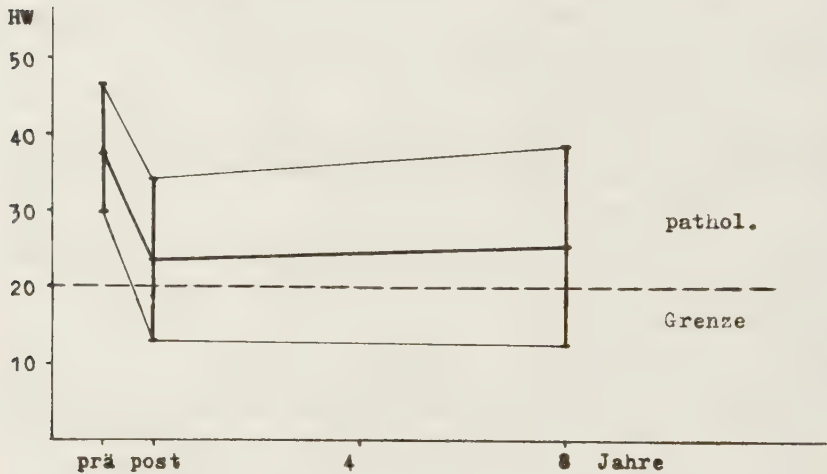


Tabelle 20: Hüftwert nach Chiari-Beckenosteotomie  
Durchschnittswerte

| n  | Alter bei Op. | präop. | postop. | Spätbef. | $\Delta$ HW prä-post | $\Delta$ HW post-spät | $\Delta$ HW prä-spät |
|----|---------------|--------|---------|----------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| 19 | 5-8 J.        | 36,1   | 18,4    | 26,7     | -17,7                | + 8,3                 | -9,4                 |
| 18 | 9-12 J.       | 43,2   | 24,2    | 27,6     | -19,0                | + 3,4                 | -15,6                |
| 27 | 13-16 J.      | 38,4   | 22,2    | 26,4     | -16,2                | + 4,2                 | -12,0                |
| 20 | 17-27 J.      | 37,4   | 22,7    | 23,5     | -14,7                | + 0,8                 | -13,9                |
| 18 | 29-40 J.      | 39,8   | 24,3    | 27,3     | -15,5                | + 3,0                 | -12,5                |
| 38 | 17-40 J.      | 38,5   | 23,5    | 25,3     | - 15,0               | + 1,8                 | -13,2                |

Das postoperative Verhalten des Hüftwertes nach Chiari-Beckenosteotomie wird weitgehend von der Entwicklung des SCE-Winkels bestimmt; jedoch besteht kein zwangsläufig gleichsinniges Verhalten von Hüftwert und SCE-Winkel, da sich gegenläufige Entwicklungen der drei dem Hüftwert zugrundeliegenden Parameter gegenseitig kompensieren können. So kann z.B. auch bei einer Zunahme des SCE-Winkels vom postoperativen zum Spätfund das Gelenk einen schlechteren Hüftwert aufweisen, wenn der Verlauf von ACM-Winkel und d-Strecke entsprechend ungünstig ist, weil sich die Pfanne wieder verflacht oder der Hüftkopf zunehmend dezentriert hat.

#### IV.1.5. Die Gelenkspaltindices nach Chiari-Beckenosteotomie

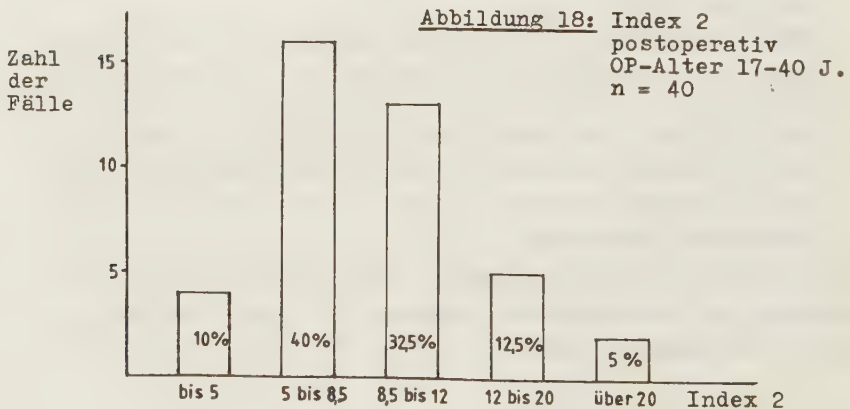
Die postoperative Untersuchung der Indexwerte 1 und 2 erfolgte unter drei Fragestellungen:

- Ist die Osteotomie in der richtigen, dem ursprünglichen Gelenkspalt entsprechenden Höhe erfolgt und bestehen postoperativ kongruente Verhältnisse zwischen Kopf und Pfanne ? In Bezug auf Index 2 heißt dies: liegt der Wert postoperativ im Bereich um 10 ?
- Wurde die Osteotomie nach medial-cranial ansteigend durchgeführt ? Index 2 müßte in diesem Fall größer sein als Index 1.
- Tritt im postoperativen Verlauf eine erhebliche Änderung von Index 2 und somit eine Änderung der Kongruenz ein ? Eine erhebliche Abnahme würde bedeuten, daß nach zu hoher Osteotomie das Chiari-Dach keine Belastung übernahm und ein sekundärer Abbau eintrat. Eine erhebliche Zunahme ist das Resultat arthrotischer Gelenkspaltverschmälerung am Pfannendach.

Um anhand des postoperativen Index 2 (im folgenden:  $I_2$ ) eine Bewertung der Osteotomiehöhe vornehmen zu können, teilten wir in fünf Kategorien ein:

|       |            |                                            |
|-------|------------|--------------------------------------------|
| $I_2$ | $< 5$      | : Osteotomie erheblich zu hoch             |
| $I_2$ | $5 - 8,5$  | : Osteotomie zu hoch, aber noch akzeptabel |
| $I_2$ | $8,5 - 12$ | : Osteotomie in idealer Höhe               |
| $I_2$ | $12 - 20$  | : Osteotomie zu tief, aber noch akzeptabel |
| $I_2$ | $> 20$     | : Osteotomie zu tief, intraartikulär       |

Abbildung 18 zeigt, daß bei dieser Einteilung nur 32,5 % der Gelenke im Idealbereich zwischen den Werten 8,5 und 12 liegen, während die Mehrzahl der Gelenke zu hoch osteotomiert wurde. Die meisten dieser Osteotomien liegen allerdings nur geringfügig zu hoch, denn es darf nicht übersehen werden, daß die Grenzwerte 8,5 und 12 für die ideale Osteotomiehöhe sehr eng gewählt sind: z.B. hat der Operateur bei einer angenommenen medialen Gelenkspalthöhe von 6 mm (Meßwert a) nur einen Spielraum von 2,5 mm, d.h. seine Osteotomie muß eine "Gelenkspalthöhe" zwischen 5 mm und 7,5 mm aufweisen; eine zugegebenermaßen hohe Forderung. Der Bereich eines  $I_2$  zwischen 5 und 20 gibt dagegen nach diesem Beispiel einen Spielraum von 9 mm bei einer "Gelenkspalthöhe" an der Osteotomie zwischen 3 mm und 12 mm. Es liegen immerhin 85 % der gemessenen Osteotomien im letztgenannten Bereich, der hinsichtlich der Kongruenzverhältnisse unmittelbar postoperativ noch als akzeptabel angesehen werden kann.



Auf die Frage nach dem Vorhandensein eines Anstiegswinkels der Osteotomie nach medial-cranial im postoperativen Befund - entsprechend der in Abbildung 9 skizzierten Situation - gibt Tabelle 21 Auskunft. Es erweist sich, daß die geforderte postoperative Idealsituation nur bei 6 Gelenken (15 %) erreicht wurde. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Gelenke ist der kürzeste Abstand zwischen Hüftkopf und Chiari-Dach an der Osteotomiestelle zu finden (Meßstrecke B), d.h. die Osteotomie verläuft waagerecht oder im ungünstigeren Fall nach lateral-cranial ansteigend. Bei 2 Gelenken erfolgte die Osteotomie zu tief bei wesentlich zu geringer Verschiebung; der Chiari-Erker zielte auf den Hüftkopf. In diesen beiden Fällen war zwar  $I_2$  größer als  $I_1$ , aber dennoch eine äußerst ungünstige Situation gegeben.

Tabelle 21 :

Verhältnis von  $I_2$  zu  $I_1$  ; n = 40, Op.-Alter 17-40 Jhr.  
(Anstiegswinkel der Osteotomie nach medial)

| $I_2 = I_1$         |      | $I_2 > I_1$ |            |
|---------------------|------|-------------|------------|
| OT nicht ansteigend |      | günstige OT | OT zu tief |
| 32                  | 80 % | 6 (15 %)    | 2 (5 %)    |

Tabelle 22 nennt die Anzahl und Art der Änderungen von  $I_2$  im Langzeitverlauf. Wir werteten dabei eine Abnahme von  $I_2$  nur als solche, wenn sie mehr als einen Punkt betrug und den Wert 8,5 unterschritt. Genauso wurde eine Zunahme nur gewertet, wenn sie den Wert 12 überschritt und ebenso mehr als einen Punkt ausmachte. Wies ein Gelenk also eine Änderung in Richtung zum Normalbereich auf, wurde dies als Tendenz zur Normalisierung bzw. Angleichung der Gelenkspaltverhältnisse gewertet, wenn die Änderung nicht eindeutig auf arthrotischen Prozessen beruhte.

Tabelle 22: Änderungen von I<sub>2</sub> im Langzeitverlauf  
OP-Alter 17-40 Jahre, n = 40

| I <sub>2</sub> abnehmend<br>Chiari zu hoch<br>Abbau des Daches | I <sub>2</sub> gleichbleibend<br>oder Normalisierungstendenz | I <sub>2</sub> ansteigend<br>durch GS-Ver-<br>schmälerung |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 6 Fälle<br>(15 %)                                              | 21 Fälle<br>(52 %)                                           | 13 Fälle<br>(32,5 %)                                      |

Es zeigt sich, daß bei 6 Fällen (15 %) ein Abbau des Chiari-Daches mit zunehmender Inkongruenz von Kopf und Pfanne eintrat. Bei der Mehrzahl der Gelenke läßt sich eine gleichbleibende oder zunehmende Kongruenz beobachten. Bei 13 Gelenken führte die zunehmende arthrotische Gelenkspaltverschmälerung trotz primär weitgehend kongruenter Verhältnisse zu einem Anstieg von I<sub>2</sub>.

IV.1.6. Die Entwicklung der Belastungssklerosierung nach Chiari-Beckenosteotomie

Es erwies sich für die Auswertung als sinnvoll, alle Osteotomien, bei denen das Chiari-Pfannendach im Spätfund deutliche Zeichen einer vermehrten Sklerosierung über seine gesamte Ausdehnung zeigte, entsprechend einer Belastungssklerosierungswert von 4/4 nach der eingangs geschilderten Einteilung von STRAUSS und TÖNNIS, als suffizient und dauerhaft belastet zu werten.

Fälle mit Werten darunter waren entweder nur zum Teil belastet oder die Osteotomie war im Spätfund völlig insuffizient geworden und bot dem Hüftkopf keinerlei Abstützung mehr, erkennbar an völlig ausbleibender Sklerosierung und sekundärem Abbau des Chiari-Daches (Tabelle 23).

Tabelle 23: Belastungssklerosierung nach Chiari-Beckenosteotomie im Spätbefund, OP-Alter 17-40 Jahre  
n = 39

| Chiari belastet    | Chiari teilbelastet | Chiari unbelastet |
|--------------------|---------------------|-------------------|
| 29 Fälle<br>(75 %) | 4 Fälle<br>(10 %)   | 6 Fälle<br>(15 %) |

Es zeigt sich in 3/4 der Fälle eine gute Belastungsübernahme. Bei allen Fällen mit völligem Ausbleiben der Sklerosierung war die Osteotomie zu hoch erfolgt und es ergab sich ein sekundärer Abbau des "Chiari". 4 Fälle zeigten im Spätbefund nur eine Teilbelastung des "Chiari" am medialen Anteil des Pfannendaches.

#### IV.1.7. Die Entwicklung des CCD-Winkels nach Chiari-Beckenosteotomie

Tabelle 24 nennt die Durchschnittswerte aller gemessenen CCD-Winkel bei allen untersuchten Gelenken mit zusätzlicher Varisierungsosteotomie. In der letzten Rubrik dieser Tabelle wird der Anteil der Gelenke aufgeführt, die im postoperativen Verlauf um mehr als 5° revalgisierten. Es zeigt sich, daß die bei den Kindern nachweisbare hohe Revalgisierungstendenz mit zunehmendem Alter deutlich abnimmt. Bei den über 17-Jährigen revalgisierete nur ein Gelenk um mehr als 5 Grad (7°), so daß man de facto nicht von einer Revalgisierungstendenz in dieser Altersgruppe sprechen kann.

Auch bei den 10 Beckenosteotomien an Erwachsenen ohne begleitende Varisierungsosteotomie ergaben sich keine nennenswerten postoperativen Veränderungen der CCD-Winkel. 8 Gelenke dieser Gruppe lagen im Spätbefund im Normbereich (120 bis 140 Grad), 2 Gelenke wiesen eine Coxa valga auf, die bereits präoperativ vorhanden war.

Tabelle 24: CCD-Winkel nach Chiari-Beckenosteotomie mit  
Varisierungsosteotomie, Durchschnittswerte  
alle Altersgruppen

| n  | OP-Alter |    |  | CCD-Winkel in Grad |      |          | $\Delta$ prä-post | postop.<br>Revalg. | Revalg.<br>> 5° |
|----|----------|----|--|--------------------|------|----------|-------------------|--------------------|-----------------|
|    |          |    |  | prä                | post | Spätbef. |                   |                    |                 |
| 6  | 1-4      | J. |  | 152                | 123  | 130      | - 29°             | + 7°               | bei 67% (4)     |
| 17 | 5-8      | J. |  | 149                | 118  | 130      | - 31°             | + 12°              | bei 76% (13)    |
| 14 | 9-12     | J. |  | 149                | 122  | 124      | - 27°             | + 2°               | bei 28% (4)     |
| 15 | 13-16    | J. |  | 143                | 118  | 119      | - 25°             | + 1°               | bei 27% (4)     |
| 31 | 17-40    | J. |  | 141                | 119  | 121      | - 22°             | + 2°               | bei 3% (1)      |

IV.1.8. Die Entwicklung des Arthrosegrads nach Chiari-Becken-  
osteotomie

Abb.19: Arthroseentwicklung nach Chiari-Beckenosteotomie  
OP-Alter 17-40 Jahre, n = 40

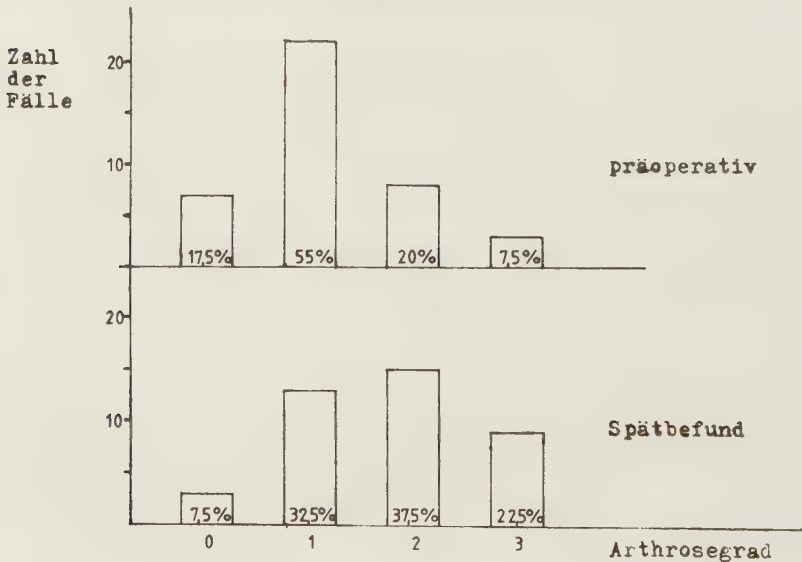


Abbildung 19 zeigt die Verteilung der Arthrosegrade bei den Erwachsenen im präoperativen und im Spätbefund. Bei 19 Gelenken (47,5 %) hatte sich der Arthrosegrad im Spätbefund nicht verändert. 17 Gelenke (42,5 %) zeigten eine Zunahme um eine Stufe, 4 Gelenke (10 %) eine Zunahme um zwei Stufen.

In diesem Zusammenhang interessierte die Frage, ob mittels des postoperativen Hüftwertes eine prognostische Aussage zur Arthroseentwicklung möglich ist. Wir untersuchten die Verteilung der Arthrosegrade in zwei Gruppen, getrennt nach dem postoperativen Hüftwert (Tabelle 25).

Tabelle 25: Arthrosegrade nach Chiari-Beckenosteotomie bei Erwachsenen bei normalem und pathologischem Hüftwert postoperativ, n = 40

|                                        |               | postop.HW < 19<br>(normal) | postop.HW > 19<br>(pathologisch) | n  |
|----------------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------------|----|
| Arthrose-<br>grad im<br>Spätbefund     | 0             | 1 ( 6 %)                   | 2 ( 9 %)                         | 3  |
|                                        | 1             | 6 (33 %)                   | 7 (32 %)                         | 13 |
|                                        | 2             | 6 (33 %)                   | 9 (41 %)                         | 15 |
|                                        | 3             | 5 (28 %)                   | 4 (18 %)                         | 9  |
| n                                      |               | 18 (100%)                  | 22 (100%)                        | 40 |
| Arthrose-<br>grad,<br>Progre-<br>dienz | kon-<br>stant | 7 (39 %)                   | 12 (54 %)                        | 19 |
|                                        | +1            | 8 (44 %)                   | 9 (41 %)                         | 17 |
|                                        | +2            | 3 (17 %)                   | 1 ( 5 %)                         | 4  |

Es stellt sich heraus, daß bei den Patienten mit postoperativ günstigem Hüftwert anteilmäßig ebensoviele fortgeschrittene Arthrosen zu finden sind wie bei den Patienten mit pathologisch hohen Hüftwerten. Auch gibt es bei den Patienten mit günstigem Hüftwert einen hohen Anteil von Gelenken mit star-

ker Progredienz der Arthrose.

Alle 5 Fälle, die bei gutem postoperativen Hüftwert im Spätbefund stärkste Arthrosezeichen aufwiesen, gehören zur Gruppe der mit 28 bis 40 Jahren operierten Patienten und zeigten bereits präoperativ arthrotische Veränderungen. Es läßt sich aber auch in der jüngeren Altersgruppe (17-27 Jahre) ein deutlicher Anteil an Arthrosen trotz optimalem "Chiari" beobachten; so gehören 5 der 6 Fälle mit Arthrosegrad 2 im Spätbefund dieser jüngeren Altersgruppe an. Auch diese Gelenke zeigten bereits präoperativ arthrotische Veränderungen.

Weiter interessierte uns der Zusammenhang zwischen Osteotomiehöhe bzw. postoperativer Kongruenz der Gelenke - gemessen mittels Index 2 - und Progredienz der Arthrose. Hier zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang: Von den Gelenken, die in idealer Weise osteotomiert wurden, wiesen nur 31 % ein Fortschreiten der Arthrose auf, während bei den zu hohen und zu tiefen Osteotomien die Mehrzahl der Gelenke (63 %) eine deutliche Zunahme der Arthrosezeichen zeigte (Tabelle 26).

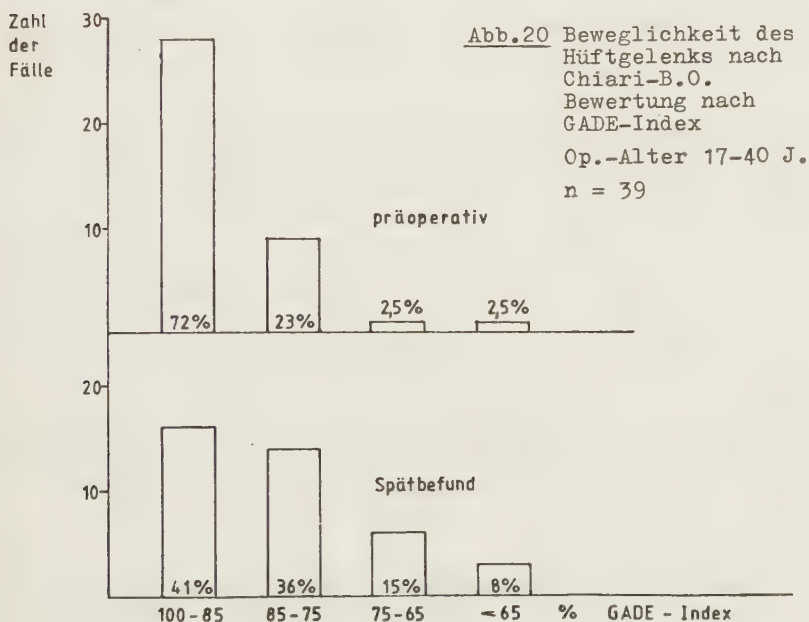
Tabelle 26: Progredienz der Arthrose bei unterschiedlicher Osteotomiehöhe, Op.-Alter 17-40 Jahre, n = 40

|                                        |        | Osteotomie<br>zu hoch<br>$J_2 < 8,5$ | ideale Osteo-<br>tomiehöhe<br>$J_2: 8,5 - 12,0$ | Osteotomie<br>zu tief<br>$J_2 > 12,0$ |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Arthro-<br>segrad,<br>Progre-<br>dienz | konst. | 7 (37 %)                             | 9 (69 %)                                        | 3 (37 %)                              |
|                                        | +1     | 10<br>(63 %)                         | 3<br>(31 %)                                     | 4<br>(63 %)                           |
|                                        | +2     | 2                                    | 1                                               | 1                                     |
|                                        | n      | 19                                   | 13                                              | 8                                     |

## IV.2. Klinische Ergebnisse

### IV.2.1. Beweglichkeitseinschränkung nach Chiari-Beckenosteotomie

Das Diagramm (Abb.20) zur Entwicklung des Motilitätsindex nach GADE zeigt im Spätbefund eine deutliche Verschiebung hin zu schlechteren Werten. Legt man die im Kapitel Methodik angegebenen Grenzen der freien Beweglichkeit zugrunde - entsprechend einem Gade-Index von 85 % - so weisen 23 der im Erwachsenenalter operierten Gelenke (59 %) im Spätbefund eine Beweglichkeitseinschränkung auf. Nimmt man bei einem Gade-Index von 75 % eine Flexion von  $90^{\circ}$  an, so stehen für Abduktion/Adduktion und Rotationsbewegungen nur jeweils 25-0-25 Grad nach der Neutral-0-Methode zur Verfügung. Dies bedeutet eine Grenze, unterhalb der die Einschränkungen mit Sicherheit Behinderungscharakter annehmen. 9 der Gelenke (23 %) liegen im Spätbefund unterhalb dieser Grenze.



Wie aus Abbildung 21 hervorgeht, weisen bereits präoperativ 26 der Gelenke ( 67 %) eine Bewegungseinschränkung in mindestens einer Ebene auf. Dieser im Vergleich mit dem Gade-Index hohe Anteil erklärt sich daraus, daß beim Gade-Index eine erhebliche Einschränkung in einer Ebene durch große Bewegungsumfänge in den anderen Ebenen kompensiert werden kann. So kann z.B. ein Gelenk trotz hochgradig eingeschränkter Außenrotation einen Gade-Index von 85 % und mehr erreichen. Im Spätergebnis weist die Mehrzahl der Gelenke ( 70 %) eine Einschränkung der Rotationsbewegungen allein oder in Kombination mit der Abduktion auf. 9 Gelenke ( 21 %) zeigten eine Einschränkung in allen Ebenen. Lediglich 4 Gelenke ( 9 %) wiesen noch freie Beweglichkeit in allen Ebenen auf.

Insgesamt tritt vor allem die deutliche Zunahme der Einschränkung der Rotationsbeweglichkeit als Folge des Eingriffs in Erscheinung.

2 Gelenke wiesen bei der Nachuntersuchung eine hochgradige Bewegungseinschränkung mit einem Gade-Index unter 65 % auf. Bei einem Gelenk bestand eine fibröse Ankylose. Diese Gelenke zeigten bereits präoperativ erhebliche Bewegungseinschränkungen und Arthrosezeichen und waren mit über 28 Jahren operiert worden.

Abb.21: Beweglichkeitseinschränkungen nach Chiari-Beckenosteotomie, Op.-Alter 17-40 Jahre, n = 43

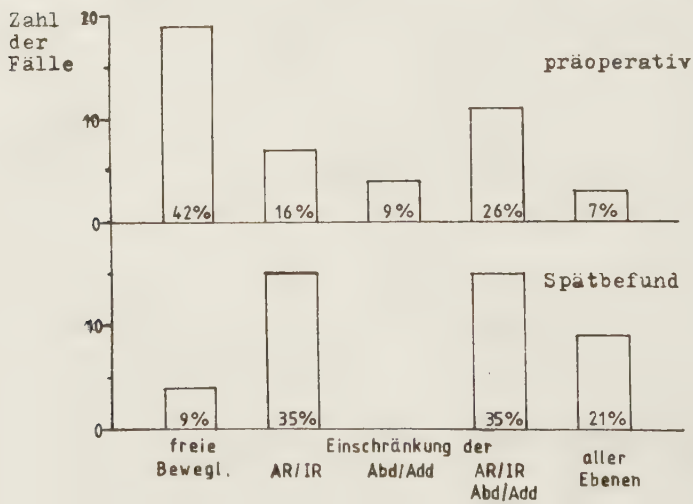


Tabelle 27 nennt die Durchschnittswerte des Gade-Index bei allen Altersgruppen.

Tabelle 27: Motilitätsindex nach GADE bei Z.n. Chiari-B.O.  
Durchschnittswerte und Standardabweichung in %

| Op.-Alter  | präoperativ     | Spätbefund      | n  |
|------------|-----------------|-----------------|----|
| 1 - 4 J.   | 95,8 $\pm$ 5,1  | 93,2 $\pm$ 8,9  | 9  |
| 5 - 8 J.   | 88,7 $\pm$ 11,9 | 85,3 $\pm$ 11,5 | 21 |
| 9 - 12 J.  | 91,2 $\pm$ 8,8  | 88,4 $\pm$ 11,0 | 18 |
| 13 - 16 J. | 89,7 $\pm$ 9,9  | 85,2 $\pm$ 11,5 | 26 |
| 17 - 27 J. | 91,4 $\pm$ 6,7  | 83,9 $\pm$ 8,4  | 22 |
| 28 - 40 J. | 88,6 $\pm$ 9,3  | 79,9 $\pm$ 13,5 | 17 |

#### IV.2.2. Gangbild nach Chiari-Beckenosteotomie, Entwicklung des Trendelenburg-Zeichens, funktionelle Beinverkürzung

Im Spätbefund fand sich bei 24 der 37 im Erwachsenenalter operierten Patienten ( 65 %) ein hinkendes Gangbild. Tabelle 28 gibt eine Aufstellung der jeweiligen Hauptursachen.

Tabelle 28: Ursachen des Hinkens bei Z.n. Chiari-B.O.

Op.-Alter 17 - 40 Jahre, n = 37

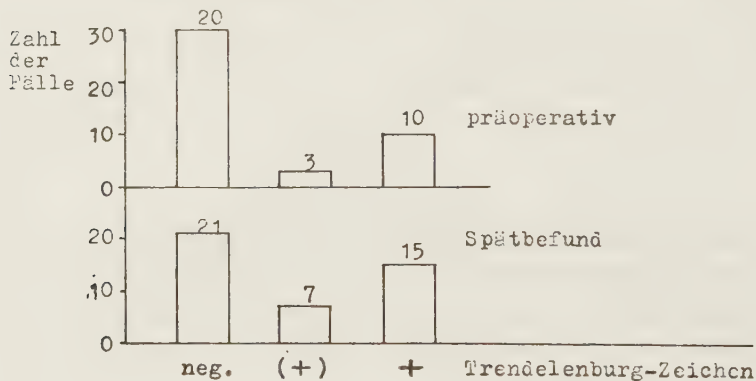
| Funktionelle Beinverkürzung | Trendelenburg und Beinverk. | Trendelenburg positiv | belastungsabh. Schonhinken |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 5 ( 21 %)                   | 8 ( 33 %)                   | 6 ( 25 %)             | 5 ( 21 %)                  |

13 Patienten zeigten keine Beeinträchtigung des Gangbilds.

Über die Entwicklung des Trendelenburg-Zeichens gibt Abbildung 22 Auskunft.

- Von den 15 Gelenken, die im Spätbefund ein deutlich positives Trendelenburg-Zeichen aufwiesen, hatten 7 bereits präoperativ dieses Zeichen. 8 Gelenke entwickelten erst postoperativ einen positiven Trendelenburg deutlichlicher Ausprägung (19 %).
- 3 präoperativ deutlich Trendelenburg-positive Gelenke waren im Spätbefund negativ.
- Die Mehrzahl der Gelenke war prä- und postoperativ negativ oder wies allenfalls ein angedeutetes Trendelenburg-Zeichen auf.

Abb.22 Trendelenburg-Zeichen nach Chiari-Beckenosteotomie Operationsalter 17-40 Jahre, n = 43



Von den 31 einseitig beckenosteotomierten Patienten wiesen 12 (39 %) im Spätbefund eine funktionelle Beinverkürzung von mehr als 1 cm auf der Seite des Eingriffs auf. Diese Beinverkürzung ist die Folge der gleichzeitig vorgenommenen Variationsosteotomien.

Von den beidseits operierten 6 Patienten zeigte einer im Spätbefund eine ausgleichsbedürftige Beinlängendifferenz von mehr als 1 cm. Bei allen Beckenosteotomie ohne begleitende Varisierung war keine funktionelle Beinverkürzung als Folge

#### IV.2.3. Belastbarkeit und Schmerzsymptomatik bei Z.n. Chiari-Beckenosteotomie an Erwachsenen

Bei der Bewertung nach Merle d'Aubigne zeigt das Diagramm (Abbildung 23) im Spätbefund eine deutliche Verschiebung hin zu den Kategorien geringerer Schmerzhaftigkeit.

Abb.23: Entwicklung der Schmerzsymptomatik nach Chiari-Beckenosteotomie  
Op.-Alter 17-40 Jahre, n = 43

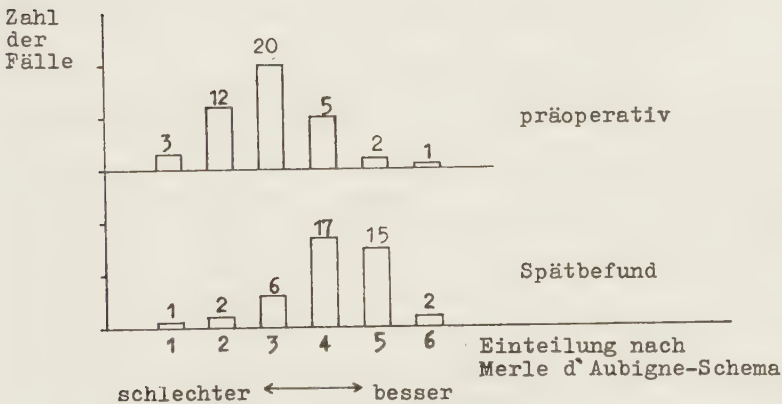


Tabelle 29 demonstriert das Ausmaß der Veränderungen der Schmerzsymptomatik vom präoperativen Befund zum Spätbefund. 81 % der Gelenke verbesserten sich dauerhaft; dabei ist der prozentuale Anteil der verbesserten Fälle bei der älteren Patientengruppe höher.

Wie aus Tabelle 30 hervorgeht, zeigt sich bei der Gegenüberstellung von Gelenken mit postoperativ normalem Hüftwert ( $\leq 19$ ) und postoperativ pathologischem Hüftwert ( $> 19$ ) keine deutlich unterschiedliche Entwicklung hinsichtlich Schmerz und Belastbarkeit im Spätbefund, abgesehen von Extremfällen mit außerordentlich günstiger oder ungünstiger Entwicklung.

Tabelle 29: Änderungen der Schmerzsymptomatik nach Chiari-Beckenosteotomie bei Erwachsenen, n = 43

| n  | Op.-Alter | schlechter | gleich | besser |    |    | verbessert<br>in % |
|----|-----------|------------|--------|--------|----|----|--------------------|
|    |           |            |        | +1     | +2 | +3 |                    |
| 24 | 17-27 J.  | 1          | 5      | 6      | 12 | -  | 75%                |
| 19 | 28-40 J.  | 1          | 1      | 8      | 6  | 3  | 89%                |

Tabelle 30: Schmerzsymptomatik nach Chiari-Beckenosteotomie bei Erwachsenen bei normalem und pathol. Hüftwert postop.  
n = 40

|                                                          |   | postop. HW < 18<br>normal | postop. HW > 18<br>pathologisch |
|----------------------------------------------------------|---|---------------------------|---------------------------------|
| Klinische Symptomatik nach Merle d'Aubigne im Spätbefund | 1 | -                         | 1 (4%)                          |
|                                                          | 2 | -                         | 1 (4%)                          |
|                                                          | 3 | 3 (20%)                   | 3 (12%)                         |
|                                                          | 4 | 5 (33%)                   | 11 (44%)                        |
|                                                          | 5 | 6 (40%)                   | 9 (36%)                         |
|                                                          | 6 | 1 (7%)                    | -                               |
|                                                          | n | 15 (100%)                 | 25 (100%)                       |

#### IV.2.4. Der subjektive Eindruck der Patienten vom Operations- ergebnis

Bei der Nachuntersuchung stellten wir den Patienten die Frage, ob sie mit dem Ergebnis des Eingriffs zufrieden wären, bzw. ob sie sich dem Eingriff, vor die Wahl gestellt, noch einmal unterziehen würden. Es zeigte sich folgendes Ergebnis:

Von 37 im Erwachsenenalter einseitig oder beidseitig operierten Patienten

- äußerten sich 19 Patienten positiv; sie gewannen durch den Eingriff deutlich an Lebensqualität und würden, vor die

gleiche Ausgangssituation gestellt, die Operation wieder riskieren.

- Äußerten sich 5 Patienten indifferent. Meist lautete die Aussage, sie hätten sich "mehr erwartet".
- Äußerten sich 2 Patienten eindeutig negativ. Der Eingriff hätte "nichts gebracht".

Von 11 Patienten liegen uns keine Angaben vor.

Es muß an dieser Stelle erwähnt werden, daß bei dieser Frage an die Patienten die Person des Interviewers als ärztliche Autoritätsperson einer Klinik mit gewisser Monopolstellung einen Einfluß auf die Antwort - in der Testpsychologie als Rosenthal-Effekt bezeichnet - ausüben kann. Unter diesem Aspekt muß die Interpretation dieser Patientenangaben mit Vorbehalt erfolgen.

#### IV.2.5. Sonstige klinische Ergebnisse

Komplikationen nach Chiari-Beckenosteotomie an Erwachsenen bei insgesamt 43 Beckenosteotomien:

- In 2 Fällen lockerte sich die Osteotomie postoperativ; dabei resultierte in einem Fall durch die klaffende Osteotomie ein wesentlich zu hoher "Chiari".
- In 3 Fällen stellte sich postoperativ eine Peroneusparese ein; dabei bildeten sich die Lähmungserscheinungen in 2 Fällen vollständig zurück; in einem Fall bestand 6 Jahre nach dem Eingriff eine deutliche Fußheberschwäche und Hypästhesien am Fußrücken.
- In 2 Fällen gab es oberflächliche Wundheilungsstörungen. In einem Fall trat postoperativ eine Thrombophlebitis auf der Seite des Eingriffs auf.

Geburten nach Chiari-Beckenosteotomie bei Erwachsenen

Von den 29 weiblichen Patientinnen berichteten 5 über Schwangerschaften, dabei erfolgte bei 4 Patientinnen eine Sectio, bei 2 Patientinnen zweimal. Eine Patientin berichtete über 3 komplikationslose Geburten auf natürlichem Weg. Alle Schwangerschaften verliefen komplikationslos, insbesondere gab es - von der Indikation zur Sectio abgesehen - keine Beeinträchtigungen durch die Beckenosteotomien.

## V. Diskussion

Betrachtet man die Entwicklung des Hüftwertes als umfassendstem röntgenologischem Parameter, so zeigt sich, daß bei den im Erwachsenenalter operierten Patienten bei 92% der Fälle eine dauerhafte Verbesserung erzielt werden konnte, wobei allerdings nur 37% der Gelenke einen im weitesten Sinn physiologischen Hüftwert erreichten. Postoperativ besteht eine weitgehende Konstanz der durch den Eingriff erzielten Werte. Es läßt sich zwar im Verlauf der Jahre bei der Mehrzahl der Fälle eine Tendenz zum Wiederanstieg des Hüftwertes beobachten, doch ist die Änderung bei der Mehrzahl der Gelenke so gering, daß der Durchschnittswert nur um 1,8 Punkte ansteigt und auch die Standardabweichung nur gering zunimmt. Besonders günstig ist dabei die Entwicklung in der Altersgruppe von 17 bis 27 Jahren, die nur einen Anstieg des durchschnittlichen postoperativen Hüftwertes von 0,8 Punkten zeigt. Einen deutlichen Wiederanstieg des Hüftwertes verzeichneten wir in dieser Altersgruppe nur bei offensichtlichen operationstechnischen Fehlern (zu hohe Osteotomien, ungenügende Medialisierung), sowie bei postoperativen Komplikationen (Lockerung der Osteotomie). Dabei resultiert der Wiederanstieg aus dem Abbau des unbelasteten, weil zu hohen Chiari-Erkers, sowie aus der zunehmenden Deformierung des überlasteten Hüftkopfes mit der Lateralisierung des statischen Zentrums SC (siehe Abbildung 7). Beides führt über SCE-Winkel und d-Strecke zur Verschlechterung des Hüftwertes. Insgesamt erlauben die Ergebnisse bei den Erwachsenen die Prognose, daß bei richtiger Operationstechnik die durch den Eingriff erzielte Verbesserung der biomechanischen Situation konstant bleiben wird, wobei sich allerdings keinerlei prognostische Aussagen über die Progredienz arthrotischer Veränderungen machen lassen.

Anders ist die Entwicklung bei Kindern und Jugendlichen (vergleiche Diss. R.KAMMERMEIER); Es zeigen sich deutlich negative Tendenzen im postoperativen Verlauf:

- Bei den 1-4 Jährigen weist kein einziges Gelenk im Spätfund einen Hüftwert unter 20 auf (der präoperative Hüftwert kann bei dieser Altersgruppe noch nicht bestimmt werden).

- Bei den 5-8 Jährigen ist zwar die durchschnittliche Verbesserung des Hüftwertes durch den Eingriff sehr gut (-17,7), auch kann die Mehrzahl der Gelenke (63%) in den physiologischen Bereich gebracht werden, doch nimmt der Durchschnittswert postoperativ wieder erheblich zu (+8,3) und der Anteil "physiologischer" Gelenke ( $HW \leq 19$ ) beträgt im Spätbefund nur noch 32 %. Die meisten Gelenke (72 %) verschlechterten sich in den postoperativen Jahren rapide. Einem zunächst guten Operationsergebnis steht meist ein enttäuschendes Spätresultat gegenüber.
- Bei den 9-12 Jährigen ist die durchschnittliche operative Verbesserung größer als in allen anderen Altersgruppen (-19,0). Auch hier verschlechterte sich die Mehrzahl der Gelenke (67 %) wieder, jedoch in wesentlich geringerem Ausmaß (+3,4). Es befinden sich unmittelbar postoperativ 50 % der Gelenke im physiologischen Bereich des Hüftwertes. Dieser Anteil verringert sich jedoch auf 22 % im Spätbefund. Dazu muß jedoch gesagt werden, daß in dieser Altersgruppe mit einem durchschnittlichen präoperativen Hüftwert von 43,2 die bei weitem ungünstigste Ausgangssituation vorlag. Es läßt sich also hier der größte operative Effekt bei relativ geringer postoperativer Verschlechterungstendenz feststellen, so daß der Eingriff in diesem Alter positiv beurteilt werden muß.
- Bei den 13-16 Jährigen kann bei ähnlicher Ausgangssituation wie bei den Erwachsenen ein größerer Anteil der Gelenke in den physiologischen Bereich gebracht werden (51 %) und die operative Verbesserung des Hüftwertes ist größer (-16,2). Allerdings ist der postoperative Wiederanstieg des Hüftwertes ausgeprägter (+4,2). Dies läßt den Schluß zu, daß die in diesem Alter noch stattfindenden Wachstumsvorgänge am Pfannendach (BRÜCKL, TÖNNIS, 7) sich in einem Großteil der Fälle noch negativ auf das Spätergebnis des "Chiari" auswirken können. Es sind bis ins Erwachsenenalter noch erhebliche Änderungen möglich. Insgesamt muß die Beckenosteotomie in dieser Altersgruppe jedoch als günstig beurteilt werden, insbesondere da sie

im Spätbefund den höchsten Anteil an normalen Hüftwerten aufweist (44 %).

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse der verschiedenen Altersgruppen dient Tabelle 31.

Tabelle 31: Vergleich der Hüftwert-Ergebnisse der verschiedenen Altersgruppen nach Chiari-Beckenosteotomie

|                                       | 1 - 4 J. | 5 - 8 J. | 9 -12 J. | 13-16 J. | 17-40 J. |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Operative Verbesserung des HW         | -        | -17,7    | -19,0    | -16,2    | -15,0    |
| Postoperative Verschlechterung des HW | -        | + 8,3    | + 3,4    | + 4,2    | + 1,8    |
| Anteil "normaler" HW im Spätbefund    | 0 %      | 32 %     | 22 %     | 44 %     | 42 %     |

Die ungünstige postoperative Entwicklung des Hüftwertes in den jüngeren Altersgruppen bestätigt den von PURATH (1979,52) dargestellten Anti-Chiari-Effekt. Grundlage dafür bildet die von OTTE (1969,48) entwickelte Theorie des Pfannenwachstums.

Demnach kommt es bei zu hoher Osteotomie in fast allen Fällen zu einer erheblichen Verschlechterung der postoperativen Situation: Der Chiari-Erker übernimmt keine tragende Funktion; durch das weitere Wachstum entsteht die typische Stufenbildung mit einem biomechanisch nutzlosen Raum über dem Hüftkopf (PURATH); im Lauf der Jahre wird der Erker weitgehend resorbiert und die Darmbeinkonturen glätten sich wieder.

Es kann jedoch auch bei optimaler Osteotomiehöhe zum erheblichen Wiederanstieg des Hüftwertes kommen. Dabei spielen zwei Mechanismen eine Rolle: Einmal kann es durch die Schädigung der Wachstumszone am Pfannendach zum Stillstand des Wachstums kommen, während das anhaltende Wachstum in Y-Fuge und Hüftkopf zur Verschlechterung der operativ erzielten Überdachung

führt; zum Zweiten kann es bei erhaltenem Wachstum des ursprünglichen Pfannenerkers und ungenügendem Wachstum des Chiari-Daches zum Abwandern desselben nach oben kommen. Es entsteht die typische Stufenbildung wie bei primär zu hoher Osteotomie.

Der Anti-Chiari-Effekt in seinen verschiedenen Formen konnte an unserem Patientengut kindlicher Hüftgelenke in der Mehrzahl der Fälle - etwa 75% - bestätigt werden. PURATH beobachtete den Effekt an 19 von 20 Fällen 3 bis 13-jähriger Patienten. Wir fanden allerdings in ca. 25% der Fälle auch eine postoperativ günstige Entwicklung mit weiterer Normalisierung des Hüftwerts und können demnach den Anti-Chiari-Effekt nicht als zwangsläufiges Geschehen bestätigen.

Eine erhebliche Rolle für die Prognose der Chiari-Beckenosteotomie an Kindern und Jugendlichen scheint uns die richtige Osteotomiehöhe zu spielen. So fand sich bei optimaler Osteotomiehöhe ( $I_2$  zwischen 8,5 und 12) eine wesentlich geringere postoperative Zunahme des Hüftwertes, bedingt vor allem durch eine günstigere Entwicklung des SCE-Winkels, insbesondere bei den 9-12 Jährigen (siehe Diss. von KAMMERMEIER).

Auch bei den Erwachsenen ergibt sich bei optimaler Osteotomiehöhe eine etwas günstigere Entwicklung des postoperativen Hüftwertes: +1,5 gegenüber +2,3 bei Patienten mit zu hohen Osteotomien. Auch war bei den Fällen mit erheblichem Wiederanstieg des Hüftwertes (4 Fälle mit  $\Delta HW > 10,0$ ) die Osteotomie zu hoch erfolgt.

Ein Anti-Chiari-Effekt - der ja durch Wachstum bedingt ist - zeigt sich bei Erwachsenen nicht, doch kommt es zwangsläufig zum sekundären Abbau nicht belasteter Areale des Chiari-Daches.

In den meisten bisherigen Veröffentlichungen diente den Autoren der CE-Winkel WIBERGS als röntgenologisches Erfolgskriterium für den Eingriff. Es finden sich je nach Meßverfahren, Patientengut und Auswertungsmodus sehr unterschiedliche Angaben. Unterschiedlich ist auch die jeweilige Bewertung der Ergebnisse durch die Autoren, so daß letztlich keine direkte Vergleichbarkeit besteht. Hier einige Beispiele:

- STÖRIG fand bei Patienten >11 Jahre postoperative CE-Winkel zwischen 30 und 60 Grad, sowie eine weitgehende Konstanz der Werte im weiteren Verlauf, während Patienten <5 Jahre durchweg einen sekundären Abbau des Daches zeigten, und auch Patienten zwischen 5 und 11 Jahren in der Mehrzahl eine Rückbildung des "Chiari" aufwiesen (77 Patienten, Auswertung in 5 Altersgruppen, Nachuntersuchung nach 0,2 bis 5 Jahren, 1973, 60).
- ZENKER und FISCHER fanden bei 32 von 57 nachuntersuchten Gelenken (56%) postoperativ einen Wert im Normalbereich ( $>25^{\circ}$ ). Der Rest der Gelenke lag darunter. 5 Gelenke konnten durch den Eingriff nicht gebessert werden. (OP-Alter 2-35 Jahre, Nachuntersuchung nach 0,7 bis 4,8 Jahren, keine Altersgruppeneinteilung, 1974, 71)
- WINKLER und WEBER fanden einen postoperativen Durchschnittswert von  $31^{\circ}$ , der nach 4 Jahren auf  $26^{\circ}$  abnahm. (203 nachuntersuchte Gelenke, OP-Alter 2-50 Jahre, keine Altersgruppeneinteilung, Nachuntersuchung nach durchschnittlich 4 Jahren, 1977, 70)
- KERSCHBAUMER und BAUER fanden bei Patienten über 17 Jahren einen postoperativen Durchschnittswert von  $38^{\circ}$ , sowie eine weitgehende Konstanz nach maximal 8 Jahren Beobachtungszeit, während sie bei den unter 7 Jährigen eine konstante Abnahme vom Operationszeitpunkt an, bei den 7-17 Jährigen eine Abnahme vom 5. postoperativen Jahr an verzeichneten (97 nachuntersuchte Gelenke, 4 Altersgruppen, Nachuntersuchung nach durchschnittlich 4,3 Jahren, 1979, 38).

Der von uns gemessene SCE-Winkel zeigt mit  $22,1^{\circ}$  bis  $28,1^{\circ}$  bei Kindern und Jugendlichen sowie mit  $25,0^{\circ}$  bei den Erwachsenen deutlich geringere Mittelwerte (siehe Tab.15, S.42). Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß sich beim SCE-Winkel ein deformierter Hüftkopf stark im Sinn einer Lateralisierung des statischen Zentrums SC und somit in einer Verkleinerung des Winkels auswirkt. SCE-Winkel und CE-Winkel sind also bei pathologischen Gelenken nicht direkt vergleichbar. Doch zeigt

bei uns der SCE-Winkel die gleiche, von STÖRIG, KERSCHBAUMER und BAUER und anderen beschriebene, postoperative Entwicklung mit einer weitgehenden Konstanz bei Erwachsenen und einer deutlichen Abnahme bei Kindern und Jugendlichen, insbesondere in den jüngeren Altersgruppen. Andere Autoren fanden allerdings auch bei ihren jüngeren Patienten eine postoperative Konstanz des SCE-Winkels wie IEDA und WINKLER (1979, 35).

Die postoperative Abnahme des SCE-Winkels ist maßgeblich für die bereits beschriebenen Veränderungen des Hüftwertes. Auch die Dezentrierungsstrecke  $d$  - ebenso Bestandteil des Hüftwertes - zeigt bei den Kindern eine deutlich ungünstigere Tendenz im Langzeitverlauf, während der ACM-Winkel in allen Altersgruppen ab 5 Jahren konstant bleibt, sich allerdings immer weit im pathologischen Bereich bewegt.

Betrachtet man die Gelenkkongruenz anhand des Verlaufs der Index-2-Werte ( $I_2$ ) im Vergleich der Altersgruppen, so ergibt sich eine deutliche Zunahme kongruenter Zustände und ein deutlicher Rückgang des dem Anti-Chiari-Effekt entsprechenden  $I_2$ -Abfalls mit zunehmendem Operationsalter. Besonders ungünstig ist die Entwicklung bei den 1-4 Jährigen, besonders günstig bei den 13-16 Jährigen (Tabelle 32). Die Erwachsenen zeigen im Spätfund eine deutliche Zunahme der Gelenke mit einem Anstieg von  $I_2$ . Es handelt sich dabei fast durchwegs um zunächst kongruente Gelenke, die im weiteren Verlauf jedoch eine fortschreitende Arthrose mit erheblicher Gelenkspaltverschmälerung aufweisen.

Tabelle 32:  $I_2$  im Vergleich der Altersgruppen

| Op.-Alter                                                | 1 - 4 J. | 5 - 8 J. | 9 -12 J. | 13 -16 J. | 17 - 40 J. |
|----------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|------------|
| $I_2$ -Anstieg<br>(Arthrose)                             | 12 %     | 14 %     | 21 %     | 18 %      | 32,5 %     |
| $I_2$ konstant<br>(gute Kongr.)                          | 38 %     | 57 %     | 58 %     | 67 %      | 52,5 %     |
| $I_2$ -Abfall<br>(Anti-Chiari-<br>Effekt, sek.<br>Abbau) | 50 %     | 29 %     | 21 %     | 15 %      | 15 %       |

Die Sklerosierung des Pfannendaches als Zeichen der Belastungsübernahme bleibt folglich bei fast allen 1-4 Jährigen und einem hohen Prozentsatz der 5-8 Jährigen (43%) aus. Erst ab dem 9. Lebensjahr zeigen sich befriedigende Ergebnisse mit vollständiger Sklerosierung der Belastungszone bei der Mehrzahl der Patienten.

Aufgrund der schlechten Ergebnisse schränkten JANI und CHIARI (1974,37 und 1976,18) bereits in den siebziger Jahren die Indikationsstellung im frühen Kindesalter ein und empfahlen, den Eingriff nicht mehr unterhalb des 6. bzw. 8. Lebensjahres durchzuführen. Andere Autoren sahen die Indikation altersunabhängig und individuell fallabhängig wie ZENKER und FISCHER (1974,71) oder stellten sie bereits ab dem 2. Lebensjahr wie IEDA und WINKLER (1979,35). BAUER und KERSCHBAUMER bezeichnen die Altersgruppe der 5-7 Jährigen als die günstigste (1975,3). PURATH rät 1979, den Eingriff wegen der zwangsläufigen Schädigung der Wachstumszonen im Kindesalter überhaupt nicht mehr durchzuführen (52).

Unsere Untersuchungsergebnisse legen nahe, die Indikation unterhalb des 9. Lebensjahres sehr streng zu stellen. Bei Patienten unterhalb dieses Alters ist auch bei primär gutem Operationsergebnis mit einem unbefriedigenden Spätresultat zu rechnen. Man sollte, wenn möglich, anderen Verfahren, die eine physiologischere Deckung des Hüftkopfes ermöglichen, den Vorzug geben (Pfannendachplastik nach PEMBERTON, Beckenosteotomie nach SALTER).

Präoperativ zeigten 79% der Erwachsenen und ein geringer Prozentsatz der Jugendlichen bereits arthrotische Veränderungen, zumeist Arthrosegrad I. Im Spätbefund erhöhte sich der Anteil der Arthrosen bei den Erwachsenen auf 93%, bei den Kindern und Jugendlichen auf 49%. Dabei herrschen, dem Lebensalter bei der Nachuntersuchung entsprechend, bei den jüngeren Patienten geringgradige, bei den älteren Patienten mittlere bis schwere Arthrosen vor. Bei Erwachsenen beobachteten wir in 53% der Fälle eine postoperative Progredienz der arthrotischen Veränderungen. Kinder und Jugendliche zeigten immerhin in 43% der Fälle eine Zunahme der Arthrosezeichen.

Unter Berücksichtigung des Lebensalters bei der Nachuntersuchung kann man daraus den Schluß ziehen, daß der arthroseprophylaktische Effekt einer Chiari-Beckenosteotomie vor dem Abschluß des Wachstums nicht unbedingt größer sein muß als im frühen Erwachsenenalter. Andererseits zeigt sich die Arthroseprophylaxe bzw. ein arthroseverzögernder Effekt auch bei bereits bestehenden arthrotischen Veränderungen in einem Großteil der Fälle. Ohne den Eingriff wäre wohl bei fast allen Fällen ein rasches Fortschreiten der Arthrose zu erwarten gewesen. Für eine deutliche Aussage fehlt hier leider die Vergleichsgruppe.

Eine Abhängigkeit der Arthroseentwicklung vom postoperativen Hüftwert ergibt sich nicht. Kinder und Jugendliche zeigen bei postoperativ gutem ( $\leq 19$ ), wie auch bei schlechtem Hüftwert ( $> 19$ ) keine Unterschiede. Bei den Erwachsenen weisen die Patienten mit postoperativ gutem Hüftwert sogar eine etwas größere Progredienz auf. Es spielen hier wahrscheinlich andere Faktoren eine wichtigere Rolle als die Parameter des Hüftwertes: das biomechanische Lastarm-Kraftarm-Verhältnis, die unterschiedliche Belastung der Gelenke durch die Patienten (Beruf), das Körpergewicht, andere therapeutische Maßnahmen usw.; Es liegt auch nahe, anzunehmen, daß ein Patient mit besserer Gelenkmechanik und geringerer Schmerzsymptomatik - eventuell auch mit größerer Indolenz - aktiver ist und sein Hüftgelenk mehr belasten wird als ein Patient mit primär schlechterem röntgenologischen Zustand und stärkerer Symptomatik, dem in der Regel ja auch ärztlicherseits mehr Schonung angeraten wird. So wäre es durchaus möglich, daß die größere Mobilität von Patienten mit Beschwerdefreiheit bei gutem "Chiari" ein rascheres Fortschreiten der Arthrose zur Folge hat.

65 % der Erwachsenen und 51 % der Kinder und Jugendlichen wiesen im Spätbefund ein hinkendes Gangbild auf. Die Hauptursache liegt dabei in der Insuffizienz der kleinen Glutäen mit dem daraus resultierenden Trendelenburg-Zeichen. Dieses ist bei den Erwachsenen in 58% der Fälle, bei den jüngeren Patienten in einem Drittel der Fälle nachweisbar. Lediglich

in drei Fällen erwachsener Patienten konnte ein präoperativ vorhandenes Trendelenburg-Zeichen im Spätbefund nicht mehr nachgewiesen werden. Es stellt sich die Frage, ob hier eine präoperative Insuffizienz der Glutäen aufgrund ungünstiger Hebelverhältnisse durch die Beckenosteotomie behoben wurde, wie es CHIARI selbst in früheren Veröffentlichungen darstellte (1957,15 und 1974,17), oder ob präoperativ lediglich ein schmerzbedingtes Trendelenburg-Zeichen vorlag. Für eine Besserung durch die Änderung der Hebelverhältnisse spricht die Tatsache, daß es sich um Beckenosteotomien ohne zusätzliche Varisierungsosteotomie handelte. In einigen Fällen entwickelte sich der positive "Trendelenburg" postoperativ. Es dürfte sich um die Folge der Annäherung der Muskelansatzpunkte durch die Beckenosteotomie in Verbindung mit der Varisierungsosteotomie handeln. Gelenke mit alleinigem "Chiari" entwickelten in keinem einzigen Fall einen positiven "Trendelenburg".

In zweiter Linie sind Beinverkürzungen - hauptsächlich als Folge der Varisierungsosteotomien - Ursache für die Beeinträchtigung des Gangbilds. Sie lagen bei Erwachsenen, wie auch bei den jüngeren Altersgruppen, in gut der Hälfte der Fälle vor. Eine funktionelle Beinverkürzung ist ein zwangsläufiges Resultat einer Varisierungsosteotomie und kann mittels Absatzerhöhung gut ausgeglichen werden. Bei Patienten mit zusätzlichen Eingriffen auf der Gegenseite bei beidseitiger Hüftdysplasie erfolgte die Korrektur operativ. Aus einem alleinigen "Chiari" resultierte in keinem einzigen Fall eine ausgleichsbedürftige funktionelle Beinverkürzung.

91 % der Erwachsenen und 71 % der Kinder und Jugendlichen weisen bei der Nachuntersuchung Beweglichkeitseinschränkungen auf. 40 % dieser Patienten zeigten nur Einschränkungen der Rotationsbeweglichkeit, 33 % eine zusätzliche Abduktionsbehinderung; 27 % der Bewegungseinschränkungen betrafen alle Ebenen. Diese Anteil sind in allen Altersgruppen etwa gleich hoch. Eine Rotationsbehinderung ist immer an der Beweglichkeitseinschränkung beteiligt und stellt sich mit einer Zunahme um 29 % als deutlichste Folge des Eingriffs dar, während

die Zunahme der Abduktionsbehinderungen mit einem Anstieg um 9 % wesentlich geringer ist. Die Rotationsbehinderungen nach der Beckenosteotomie betreffen Außen- und Innenrotation in etwa gleichem Ausmaß. Eine Adduktionsbehinderung stellt eher eine Ausnahme dar und ist für den Patienten meist nicht relevant. Die Bewegungseinschränkungen mit Beteiligung der Beugung, wie sie immerhin 21 % aller nachuntersuchten Patienten aufweisen, dürften in erster Linie als Folge der Arthrose zu sehen sein. Bemerkenswert ist, daß der Anteil der Beugungsdefizite bei Kindern und Jugendlichen nicht geringer ist als bei den Erwachsenen. Hier dürfte die große Zahl von Mehrfacheingriffen und die stärkere Vorschädigung der Gelenke bei den jüngeren Patienten eine Rolle spielen.

Der durchschnittliche Gade-Index nimmt postoperativ mit zunehmendem Lebensalter deutlich ab. Bei den Erwachsenen ist der Beweglichkeitsverlust am größten und der Durchschnittswert bei der Nachuntersuchung liegt im pathologischen Bereich unter 85 %. Auch hier handelt es sich um Folgen der Arthrose, weniger um Folgen des Eingriffs. Bei den meisten Gelenken ist die Beweglichkeitseinschränkung jedoch gering (Gade-Index zwischen 75% und 85%) und beeinträchtigt die Patienten im Alltag wenig.

Die positivsten Ergebnisse fanden wir beim für die Patienten selbst wesentlichsten Kriterium der Belastungsfähigkeit und Schmerzsymptomatik. Die Erwachsenen, bei denen vom präoperativen zum Spätbefund noch am ehesten Vergleichbarkeit besteht, wiesen in der großen Mehrzahl dauerhafte und deutliche Verbesserungen auf. So verbesserte sich der durchschnittliche Merle d'Aubigne-Wert von 2,9 präoperativ auf 4,1 bei der Nachuntersuchung. Auch subjektiv äußerten sich die meisten der befragten Patienten eindeutig positiv. Bei den Jugendlichen besteht altersbedingt nur eine beschränkte Vergleichbarkeit der Befunde, da die präoperative Schmerzsymptomatik meist nicht sehr ausgeprägt ist: Die 9-12 Jährigen zeigten eine Verbesserung von 4,7 auf 5,6, die 13-16 Jährigen eine Verbesserung von 4,0 auf 4,7 in der Bewertung nach Merle d'Aubigne. Bemerkenswert sind dabei die Ergebnisse bei den 9-12 Jährigen,

die röntgenologisch den schlechtesten Ausgangsbefund aufwiesen. Keine Verbesserung fand sich bei den 5-8 Jährigen (Durchschnitt präoperativ 5,4, im Spätbefund 5,2); zum einen bedingt durch die geringe präoperative Symptomatik, zum anderen sicherlich aufgrund des ungünstigeren postoperativen Verlaufs, der sich auch schon bei der Auswertung der röntgenologischen Meßwerte zeigte. Wir sehen dies als Bestätigung unserer Empfehlung, den Eingriff unterhalb von 8 Jahren möglichst nicht mehr durchzuführen.

Wie der Vergleich bei den Erwachsenen bestätigt, läßt sich anhand des postoperativ erzielten Hüftwertes keine Prognose hinsichtlich der späteren Beschwerdesymptomatik stellen. Auch bei postoperativ ungünstiger röntgenologischer Situation ergeben sich keine deutlich schlechteren Befunde. Neben den röntgenologischen Parametern wirken hier noch andere Faktoren mit:

- Der Verbesserung des Lastarm-Kraftarm-Verhältnisses, die mit den angewandten röntgenologischen Meßverfahren nicht erfaßt wird, kann man sicherlich einen Teil der trotz schlechtem postoperativem Hüftwert klinisch deutlich gebesserten Fälle zuschreiben
- Eine nicht unerhebliche Rolle spielt der biologische Effekt des Eingriffs. Die vermehrte Durchblutung und der damit verbesserte Stoffwechsel im Gewebe lindern mit Sicherheit die Symptomatik.
- Zusätzliche, konsequent durchgeführte, konservative Therapie kann das Beschwerdebild deutlich bessern.
- Die Belastung der Gelenke und damit die Progredienz der Arthrose kann bei den Patienten sehr unterschiedlich sein. Hier spielen - wie bereits erwähnt - der Beruf, das Körpergewicht und eventuelle sportliche Betätigung eine Rolle.

Insgesamt muß die Beckenosteotomie nach Chiari ab einem Alter von etwa 8 Jahren als positiv beurteilt werden. Kann auch in der Mehrzahl der Fälle keine physiologische Gelenksituation geschaffen werden, so tritt durch die verbesserte Überdachung

des Hüftkopfes und die Änderung der Hebelverhältnisse doch eine dauerhafte Verbesserung der Belastbarkeit ein.

Die Beckenosteotomie bei Kindern unter 8 Jahren wird sicher an Bedeutung verlieren, sollten sich unsere Resultate bei weiteren Langzeituntersuchungen bestätigen.

An Bedeutung gewinnen kann der Eingriff bei Erwachsenen, auch jenseits des 40. Lebensjahres und bei bereits eingetretenen arthrotischen Veränderungen. Zum einen lassen sich dabei wertvolle Jahre für die Patienten gewinnen, zum anderen werden gute Voraussetzungen für eine eventuelle spätere Totalendoprothese geschaffen.

## VI. Zusammenfassung

Es wurden 106 Patienten, an denen in den Jahren 1966 bis 1976 an der Orthopädischen Klinik München-Harlaching insgesamt 124 Chiari-Beckenosteotomien durchgeführt worden waren, röntgenologisch und klinisch nachuntersucht. Die Patienten waren zum Zeitpunkt des Eingriffs zwischen zwei und 40 Jahre alt. Der durchschnittliche postoperative Beobachtungszeitraum betrug 8,9 Jahre.

Als wichtigste röntgenologische Parameter dienten ACM-Winkel, SCE-Winkel, Dezentrierungsstrecke "d" und der aus diesen Meßwerten errechnete Hüftwert, sowie der Gelenkspaltindex, die Belastungssklerosierung und der röntgenologische Coxarthrosegrad. Klinisch erfaßten wir Beweglichkeit, Belastbarkeit und Schmerzsymptomatik, sowie das Trendelenburg-Zeichen und funktionelle Beinverkürzungen.

Die Auswertung erfolgte in fünf Altersgruppen.

Bei 43 Gelenken war der Eingriff im Erwachsenenalter durchgeführt worden. Die Hauptergebnisse der Nachuntersuchung bei diesen Patienten sind:

- Der postoperativ erzielte Hüftwert und die damit erreichte Verbesserung der Biomechanik bleiben weitgehend konstant. Ein Wiederanstieg des Hüftwertes erfolgt nur bei zu hoher Osteotomie.
- Es findet sich unabhängig vom postoperativ erzielten Hüftwert ein Fortschreiten der meist schon präoperativ bestehenden Arthrose. Die Arthrose wird gebremst, aber nicht aufgehalten. Der mit dem Eingriff erzielte verbesserte Hüftwert eignet sich nicht zur Stellung einer Prognose. Es besteht jedoch eine gewisse Abhängigkeit der Arthroseentwicklung von der Osteotomiehöhe und somit von der Qualität des Eingriffs.
- Klinisch zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Belastungsfähigkeit und Schmerzsymptomatik nach dem Eingriff.

- Es ergibt sich für viele ältere Patienten ein erheblicher Zeitgewinn im Hinblick auf eine eventuelle spätere Totalendoprothesen-Implantation, für die nicht zuletzt bessere Voraussetzungen geschaffen werden.

Bei 81 Gelenken war der Eingriff im Kindes- und Jugendalter erfolgt. Die Hauptergebnisse der Nachuntersuchung dieser Altersgruppen sind:

- Wird die Beckenosteotomie unterhalb des 9. Lebensjahres durchgeführt, so kann das fortschreitende Wachstum auch einen guten "Chiari" wieder zunichtemachen. Bei diesen Patienten ist in etwa 75 % der Fälle mit einer erheblichen Verschlechterung der operativ erzielten Hüftkopfüberdachung im Verlauf der Jahre nach der Operation zu rechnen. Der Eingriff sollte deshalb erst ab einem Alter von 8 bis 9 Jahren durchgeführt werden.
- Von großer Bedeutung für die Prognose ist die richtige Wahl der Osteotomieebene. Dabei sind die Anforderungen an den ausführenden Operateur hoch.
- Wie bei den Erwachsenen, erlaubt der postoperativ erzielte Hüftwert keine Prognose hinsichtlich der späteren Entwicklung einer Arthrose.

Insgesamt kann der Eingriff positiv beurteilt werden, wenn die Indikation hinsichtlich Alter und Zustand des Hüftgelenks genau gestellt wird und die Osteotomie in der richtigen Höhe durchgeführt wird.

Bibliographie

Nr.

- ALBEE, F.H.: The bone graft wedge. N.Y.med.J. Bd.52 (1915) (1)
- AMTMANN, E./KUMMER, B.: Die Beanspruchung des menschlichen Hüftgelenks. Z.Anat.Entw.Gesch.127 (1968) 286 (2)
- BAUER, R./KERSCHBAUMER, F.: Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Chiari. Arch.Orthop.Unfall-Chir.81 (1975) 301-314 (3)
- BERNBECK, R.: Präventivbehandlung und Deformitätenkorrektur bei Luxations Hüften in der modernen Kinderorthopädie. Hamburger Ärzteblatt Heft 9/1980 (4)
- BRINCKMANN, P. e.a.: Die Biomechanik des Hüftgelenks Orthopäde 3 (1974) 104 (5)
- BRÜCKL, R.: Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer Hüftgelenke durch den Hüftwert. Dissertationsarbeit L.M.U.München 1972 (6)
- BRÜCKL, R./TÖNNIS, D.: Zum Wachstum des jugendlichen Hüftgelenks. Arch.Orthop.Traumat.Surg.93 (1979) 149-159 (7)
- BRÜCKL, R./TÖNNIS, D.: Der Hüftwert als Entscheidungshilfe zur Operationsindikation bei der jugendlichen Dysplasie Hüfte. Z.Orthop.119 (1981) 486-490 (7A)
- BRUNNER, Ch.: Die Beckenosteotomie nach Chiari mit und ohne Spanunterfütterung, 10-Jahres-Resultate. Orthopäde 8 (1979) 40-43 (8)
- BRUSSATIS, F.: Ergebnisse der Beckenosteotomie nach Chiari in Abhängigkeit von der Operationstechnik Verh. Dt. Orthop. Ges. 54.Kongress (1968) 373 (9)
- BUSSE, J./GASTEIGER, W./TÖNNIS, D.: Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenks - Der Hüftwert. Arch.Orthop.Unfall-Chir.72(1972) 1-9 (10)
- BUSSE, J./GASTEIGER, W.: Die Bedeutung des Hüftwerts für die Diagnose und Prognose deformierter Hüftgelenke. Arch.Orthop.Unfall-Chir.72 (1972) 245-252 (11)

- CHAPCHAL,G.(Hrsg.): Beckenosteotomie,Pfannendachplastik, (12)  
Internationales Symposium am 30. und 31.1.1965 in  
Basel. G.Thieme Verl. Stgt. 1965
- CHAPCHAL,G.: Indications for the Various Types of Pelvic (13)  
Osteotomie. Clin.Orthop.and rel.Res. No.98(1974)111
- CHIARI,K.: Beckenosteotomie zur Pfannendachplastik. (14)  
Wien med.Wochenschr. (1953)
- CHIARI,K.: Ergebnisse mit der Beckenosteotomie als (15)  
Pfannendachplastik. Z.Orthop.87 (1957) 14-26
- CHIARI,K.(Leiter): Podiumsdiskussion über die Becken- (16)  
osteotomie. Verh.Dt.Orthop.Ges. 56.Kongress (1969)  
209 ff
- CHIARI,K.: Spätergebnisse nach Beckenosteotomie - (17)  
Verhütung der Präarthrose. Z.Orthop.112(1974)603-605
- CHIARI,K.: Geschichte und aktuelle Indikation der (18)  
pfannenbildenden Eingriffe am Hüftgelenk.  
Arch.Orthop.Unfall-Chir. 86 (1976) 67-76
- COLTON,C.L.: Chiari-Osteotomy for acetabular Dysplasia (19)  
in young Subjects. J.Bone Jt.Surg. 54-B (1972) 578
- DARRELMANN,O.gr.: Ergebnisse der Beckenosteotomie nach (20)  
Chiari bei der Behandlung jugendlicher Sub- und  
Luxationen im Hüftgelenk. Dissertationsarbeit,Köln 1980
- DEBRUNNER,H.U.: Die Bedeutung der Gelenkkongruenz für (21)  
Biomechanik und Hüftentwicklung.  
Verh. Dt. Orthop. Ges. 56.Kongress (1969) 106
- DEBRUNNER,H.U.: Studien zur Biomechanik des Hüftgelenkes I (22)  
Z. Orthop. 113 (1975) 377
- DEBRUNNER,H.U.: Orthopädisches Diagnostikum, 4.Auflage (23)  
G.Thieme Verlag, Stuttgart (1982)
- EBACH,G.: Bisherige Erfahrungen mit der Beckenosteotomie (24)  
nach Chiari.  
Z.f. Orthopädie u. ihre Grenzgebiete, 102.Bd.(1967)
- EICHLER,J.: Die dokumentationsgerechte Beurteilung des (25)  
Behandlungsergebnisses der Luxationshüfte.  
Orthop. Praxis 1/X (1974) 42-45
- ERLACHER,Ph.: Hüftgelenksdysplasie (26)  
Wien.klin.Wochenschr. 62 (1951) 21

- FICHTL, B.: Die Beckenosteotomie nach Chiari und ihre (27)  
Leistungsfähigkeit. Diss. Würzburg 1981
- FRIES/TÖNNIS (Hrsg.): Hüftluxation und Hüft dysplasie (28)  
im Kindesalter. Med.Lit.Verlagsges.Uelzen (1981)
- FUHRMANN, H.: Spätergebnisse nach Chiarischer Becken- (29)  
osteotomie. Z.Orthop.110 (1972) 956
- HACKENBROCH, M.: Die Arthrosis deformans des Hüftgelenks (30)  
Verh.Dt.Orthop.Ges. 44.Kongress (1956) 28
- HACKENBROCH, M.: Die kongenitale Minderwertigkeit des (30A)  
Hüftgelenkes. Verh.Dtsch.Orthop.Ges.  
Beih.Z.Orthop. 66 (1937) 117
- HARMS, E.: Die Chiari-Beckenosteotomie beim Erwachse- (31)  
nen. Dissertationsarbeit, Aachen 1978
- HESSERT, G./JÄGER, M./KRIPPENDORF, B.: Ergebnisse der (74)  
totalen Hüftendoprothese.  
Arch. Orthop. Unfallchir. Nr.72 (1972) 305-338
- HILGENREINER, H.: Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte (32)  
Z.Orthop. 69 (1939) 30
- HOPF, A.: Hüftpfannenverlagerung durch doppelte Becken- (33)  
osteotomie zur Behandlung der Hüftgelenksdysplasie  
und Subluxation bei Jugendlichen und Erwachsenen.  
Z.Orthop. 101 (1966) 559
- IDELBERGER, K./FRANK, A.: Über eine neue Methode zur Be- (34)  
stimmung des Pfannendachwinkels beim Jugendlichen  
und Erwachsenen. Z.Orthop. 82 (1952) 571ff
- IDELBERGER, K.: Ergebnisse der Zwillingsforschung bei (34A)  
der sog. angeborenen Hüftverrenkung.  
Verh.Dtsch.Orthop.Ges. 38.Kongress (1950) 277
- IEDA, H./WINKLER, W.: Langzeitergebnisse der Beckenosteo- (35)  
tomie nach Chiari durchgeführt an Kindern im Vor-  
schulalter. Orthopäde 8 (1979) 44-48
- JÄGER, M./FISCHER, V./ZENKER, H.: Indikation u. Ergebnisse (36)  
von Acetabuloplastik u. Beckenosteotomie nach Chiari  
bei angeborener Hüftgelenksdysplasie.  
Arch.Orthop.Unfall-Chir. 73 (1972) 245-260
- JANI, L.: Die operative Behandlung der präarthrotischen (37)  
Deformitäten der Hüftgelenkspfanne bei den kongeni-  
talen Hüftluxationen. Z.Orthop. 112 (1974) 605-609

- KAMMERMEIER, R.: Spätergebnisse der Chiari-Becken-osteotomie bei Kindern und Jugendlichen. (73)  
Dissertationsarbeit, München 1984
- KERSCHBAUMER, F./BAUER, R.: The Chiari Pelvic Osteotomy - (38)  
Indications and Results.  
Arch.Orthop.Traumat.Surg. 95 (1979) 51-55
- KÖNIG, F.: Osteoplastische Behandlung der kongenitalen (39)  
Hüftluxation. Verh.Ges.f.Chir., Leipzig (1891)
- KOLLMANN, K.: Frühergebnisse, Fehler und Gefahren der (40)  
Beckenosteotomie.  
Z.f.Orthopädie u. ihre Grenzgebiete, 102.Bd.(1967)  
262-269
- KUHL, W.: Nachuntersuchungen bei Patienten mit Becken- (41)  
osteotomie nach Chiari unter besonderer Berücksichtigung der Befunddokumentation.  
Dissertationsarbeit, Bonn 1980
- KUMMER, B.: Beanspruchung der Gelenke, dargestellt am (42)  
Beispiel des menschlichen Hüftgelenks.  
Verh.Dt.Orthop.Ges. 55.Kongress (1969) 301
- LANCE, P.M.: Herstellung eines osteoplastischen Pfannen- (43)  
dachs bei angeborenen Verrenkungen und Subluxationen der Hüfte. Presse med. 1925, 945
- MAU, H.: Die Entwicklung des koxalen Femurendes unter (44)  
normalen und pathologischen Bedingungen.  
Verh.Dt.Orthop.Ges. 56.Kongress (1969) 75ff
- MERLE D'AUBIGNE, R./POSTEL, M.: Functional Results of (45)  
the Hip Arthroplasty with Prosthetic.  
J.Bone Jt.Surg. 36-A (1954) 451
- MÜLLER, M.E.: Die hüftnahen Femurosteotomien, 2.Auflage (46)  
G.Thieme Verlag, Stuttgart 1971
- ORTOLANI, M.: La lussatione congenita dell'anca. (47)  
Bologna: Capelli (1948)
- OTTE, P.: Zur Pfannenentwicklung des Hüftgelenks. (48)  
Verh.Dt.Orthop.Ges. 56.Kongress (1969) 63ff.
- OTTE, P.: Pathophysiologische Grundlagen präarthrotischer Faktoren. Z.Orthop. 112 (1974) 541 (49)

- PAUWELS,F.: Atlas zur Biomechanik der gesunden und (50)  
kranken Hüfte.  
Springer Verl., Berlin-Heidelberg-New York 1973
- PEMBERTON,P.A.: Pericapsular Osteotomy of the Ilium (51)  
for the Treatment of congenitally dislocated Hips.  
Clin.Orthop.Rel.Res. No.98, Jan-Feb 1974, 41
- PURATH,W.: Die Beobachtung des sog. Anti-Chiari-Effekts (52)  
nach Beckenosteotomien bei Kindern.  
Z.Orthop. 118 (1979) 301-308
- PUTTI,V.: Die Anatomie der angeborenen Hüftgelenksver- (53)  
renkung. Enke Verlag, Stuttgart 1937
- ROESLER,H./HAMACHER,P.: Die biostatistische Analyse der (54)  
Belastung des Hüftgelenks.  
1.Teil Z.Orthop.110 (1972) 67  
2.Teil Z.Orthop.110 (1972) 186
- ROTT,Z.: Röntgenologische Untersuchung von Familien und (55)  
Vorkommen von angeborener Hüftverrenkung.  
Z.Orthop. 104 (1967) 181
- ROTT,Z.: Der CE-Winkel (Wiberg) und seine Messung. (56)  
Z.Orthop. 102 (1967) 461
- SALTER,R.D.: Innominate Osteotomy in the Treatment of (57)  
congenital Dislocation and Subluxation of the Hip.  
J.Bone Jt.Surg. 43 (1961) 518
- SCHULZE,H./KRÄMER,J.: Ergebnisse der Beckenosteotomie (58)  
nach Chiari. Z.Orthop. 113 (1975) 891-895
- SPITZY,H.: Künstliche Pfannendachbildung (59)  
Z.Orthop. Bd.51 (1922) 284
- STÖRIG,E.: Das Verhalten des CE-Winkels und des CCD-Win- (60)  
kels nach varisierender Drehosteotomie und Chiari-  
scher Beckenosteotomie bei angeb. Hüft dysplasie.  
Z.Orthop. 111 (1973) 827-836
- STRAUS,J./KREUTZER,R./DAUM,H.: Erfahrungen mit der Bek- (61)  
kenosteotomie nach Chiari bei dysplastischen Hüft-  
pfannen unterhalb des 20.Lebensjahres.  
Orthopäde 2 (1973) 245-249
- TÖNNIS,D.: Über die Änderungen des Pfannendachwinkels (62)  
der Hüftgelenke bei Dreh- und Kippstellungen des  
kindlichen Beckens. Z.Orthop. 96 (1962) 462

- TÖNNIS, D.: Der Hüftwert. Orthop. Praxis 1/x (1974) 40-42 (63)
- TÖNNIS, D./HEINECKE, D./NIENHAUS, R./THIELE, J.: Läßt sich  
das Auftreten von Arthrose, Schmerz und Bewegungs-  
einschränkung des Hüftgelenks bei Hüftdysplasie  
vorausberechnen? Z.Orthop. 117 (1979) 808-815 (64)
- TÖNNIS, D./BARTECK, U.: Die Bedeutung der Pfannendachplas- (65)  
tik für die Behandlung der Pfannendysplasie.  
Orthopäde 2 (1973) 234
- TÖNNIS, D.: Zusammenfassender Bericht des Arbeitskreises (66)  
"Hüftdysplasie". Z.Orthop. 111 (1973) 653
- VOLKHOLZ, H.J.: Operative Möglichkeiten der Pfannendach- (67)  
bildung bei angeborener Hüftdysplasie unter beson-  
derer Berücksichtigung der Beckenosteotomie nach  
Chiari. Dissertationsarbeit, Frankfurt/Main 1975
- WEDGE, J.H./SALTER, R.B.: Innominate Osteotomie - Its role (68)  
in the arrest of degenerative arthritis of the hip  
in the adult.  
Clin.Orthop.and Rel.Research No.98 (1974) 214
- WEIGERT, M./KLEMS, H.: Erfahrungen mit der Beckenosteoto- (69)  
mie nach Chiari beim Erwachsenen.  
Z.Orthop. 111 (1973) 772-777
- WIBERG, G.: Studies on dysplastic acetabular and congeni- (72)  
tal subluxations of the hip joint.  
Acta chir. scand. 83, Suppl.58 (1939)
- WINKLER, W./WEBER, A.: Beckenosteotomie nach Chiari. (70)  
Z.Orthop. 115 (1977) 167-174
- ZENKER, H./FISCHER, V.: Ergebnisse der Beckenosteotomie (71)  
nach Chiari.  
Z.f.Orthopädie u.ihre Grenzgebiete 112 (1974) 105-111



## Lebenslauf

Geboren am 27. September 1949 als Sohn des Diplomingenieurs Siegfried Markl in München.

Nach der Volksschule Besuch des althumanistischen Ludwigs-Gymnasiums in München. Abitur 1969

1969 bis 1971 dreisemestriges Studium der Zeitungswissenschaften an der Universität München.

1971 bis 1977 Besuch der Hochschule für Fernsehen und Film in München und freiberufliche Tätigkeit im Medienbereich.

Vom Sommersemester 1977 bis Sommersemester 1983 Studium der Humanmedizin an der Universität München.

Abschluß des Medizinstudiums im Oktober 1983 mit dem dritten Teil der ärztlichen Prüfung.

Peter Markl









